



Sammlung Göschen

# Allgemeine chemische Technologie

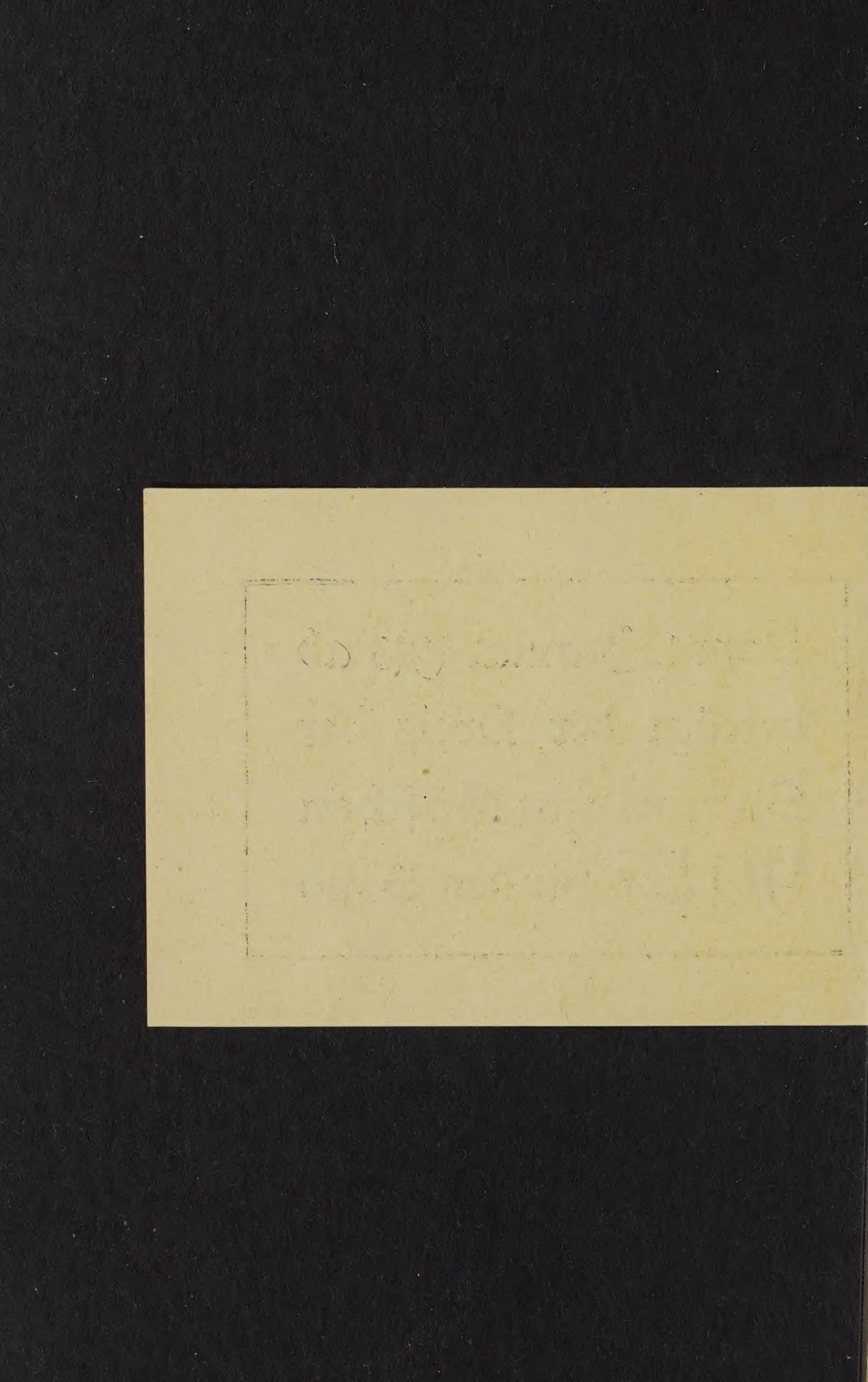
Von

Dr. Gustav Rauter

Zweck und Ziel der „Sammlung Göschen" ist, in Einzeldarstellungen eine klare, leichtverständliche und übersichtliche Einführung in sämtliche Gebiete der Wissenschaft und Technik zu geben; in engem Rahmen, auf streng wissenschaftlicher Grundlage und unter Berücksichtigung des neuesten Standes der Forschung bearbeitet, soll jedes Bändchen zuverlässige Belehrung bieten. Jedes einzelne Gebiet ist in sich geschlossen dargestellt, aber dennoch stehen alle Bändchen in innerem Zusammenhange miteinander, so daß das Ganze, wenn es vollendet vorliegt, eine einheitliche, systematische Darstellung unseres gesamten Wissens bilden dürfte.

Ein ausführliches Verzeichnis der bisher erschienenen Nummern befindet sich am Schluß dieses Bändchens

Vom 1. Januar 1913 ab beträgt der Preis der Sammlung Göschen 90 Pf. für den Band



# Bibliothek zur Technologie

## aus der Sammlung Göschen.

Jedes Bändchen in Leinwand gebunden 80 Pfennig.

### Chemische Technologie.

**Allgemeine chemische Technologie** von Dr. Gust. Rauter in Charlottenburg. Nr. 113.

**Die Fette und Öle** sowie die **Seifen- und Kerzenfabrikation** und die **Harze, Lacke, Firnisse** mit ihren wichtigsten Hilfsstoffen von Dr. Karl Braun. **I:** Einführung in die Chemie, Besprechung einiger Salze und die Fette und Öle. Nr. 335.

— **II:** Die Seifenfabrikation, die Seifenanalyse und die Kerzenfabrikation. Mit 25 Abbildungen. Nr. 336.

— **III:** Harze, Lacke, Firnisse. Nr. 337.

**Wasser und Abwässer. Ihre Zusammensetzung, Beurteilung und Untersuchung.** Von Prof. Dr. E. Haselhoff in Marburg. Nr. 473.

**Die Explosivstoffe.** Einführung in die Chemie der explosiven Vorgänge von Dr. H. Brunswig. Mit 6 Abbildungen und 12 Tabellen. Nr. 333.

**Brauereiwesen I: Mälzerei** von Dr. Paul Dreverhoff, Direktor der Brauer- und Mälzerschule in Grimma. Mit 16 Abbild. Nr. 303.

**Ätherische Öle und Riechstoffe** von Dr. F. Rochussen in Miltitz. Mit 9 Abbildungen. Nr. 446.

**Anorganische chemische Industrie** v. Dr. Gust. Rauter i. Charlottenburg. **I:** Die Leblancsodaindustrie und ihre Nebenzweige. Mit 12 Tafeln. Nr. 205.

— **II:** Salinenwesen, Kalisalze, Düngerindustrie und Verwandtes. Mit 6 Tafeln. Nr. 206.

— **III:** Anorganische chemische Präparate. Mit 6 Tafeln. Nr. 207.

**Metallurgie** von Dr. Aug. Geitz. 2 Bde. Mit 21 Fig. Nr. 313 u. 314.

**Die Industrie der Silikate, der künstlichen Bausteine und des Mörtels** von Dr. Gustav Rauter. **I:** Glas- und keramische Industrie. Mit 12 Tafeln. Nr. 233.

— **II:** Die Industrie der künstlichen Bausteine und des Mörtels. Mit 12 Tafeln. Nr. 234.

**Die Teerfarbstoffe** mit besonderer Berücksichtigung der synthetischen Methoden von Dr. Hans Bucherer, Professor an der Kgl. Techn. Hochschule Dresden. Nr. 214.

**Das Wasser** und seine Verwendung in Industrie und Gewerbe von Dipl.-Ing. Dr. Ernst Leher. Mit 15 Abbildungen. Nr. 261.

### Mechanische Technologie.

**Mechanische Technologie** von Geh. Hofrat Arthur Lüdicke, o. Prof. an der Herzoglich Technischen Hochschule „Carola-Wilhelmina“ zu Braunschweig. **I:** Formgebung auf Grund der Gießbarkeit und Bildsamkeit. Mit 110 Figuren. Nr. 340.

— **II:** Formgebung auf Grund der Teilbarkeit und durch Zusammenfügen. Mit 107 Figuren. Nr. 341.

Wenden!

Sammlung Göschen

# Allgemeine chemische Technologie

Von

**Dr. Gustav Rauter**
in Charlottenburg

Zweite, verbesserte Auflage




Leipzig
G. J. Göschen'sche Verlagshandlung
1910

Spamersche Buchdruckerei in Leipzig.

# Inhalt.

# Literatur.

1. Dammer, Handbuch der chemischen Technologie, bei Ferdinand Enke in Stuttgart, 1895—1898, 5 Bände.
2. Fischer, (Wagners) Handbuch der chemischen Technologie, 4. (15.) Auflage, bei Otto Wiegand in Leipzig, 1900 und 1902, 2 Bände.
3. Lunge, Handbuch der Sodaindustrie und ihrer Nebenzweige, 2. Auflage, bei Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig, 1893—1896, 3 Bände. (1. Band in 3. Aufl. 1903.)
4. Muspratts Encyclopädisches Handbuch der technischen Chemie, herausgegeben von F. Stohmann und Bruno Kerl, 4. Auflage, bei Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig, 1888—1907; bis jetzt 8 Bände und einige Lieferungen erschienen.
5. Ost, Lehrbuch der chemischen Technologie, 6. Auflage, bei Gebrüder Jänecke in Hannover, 1908, 1 Band.
6. Rauter, Anorganische Chemische Industrie, bei G. J. Göschen in Leipzig, 1904, 3 Bände.
7. Rauter, Die Betriebsmittel der chemischen Technik, bei Dr. Max Jänecke in Hannover, 1905, 1 Band.
8. Wichelhaus, Vorlesungen über chemische Technologie, 2. Auflage, Berlin 1906; dazu Ergänzungsband (Farbstoffe), Dresden 1909.



# Einleitung.

Unter chemischer Technologie verstehen wir die Lehre von der unter Veränderung ihrer chemischen Zusammensetzung vor sich gehenden Verarbeitung der Rohstoffe. Die chemische Technologie verhält sich demnach zur mechanischen Technologie wie die Chemie zur Physik.

Weiter unterscheidet sich die chemische Technologie von der eigentlichen Chemie auf ähnliche Weise, wie die mechanische Technologie von der Mechanik, indem sie es nicht mit Naturgesetzen und Beobachtungen an sich, sondern mit deren praktischer Anwendung auf den bestimmten Fall zu tun hat.

Während demnach die reine Chemie ihren Lehrgegenstand lediglich vom theoretischen und naturwissenschaftlichen Standpunkt aus betrachtet, so ist die chemische Technologie in erster Linie genötigt, nach der Verwendbarkeit eines Vorganges oder einer Entdeckung zu fragen. Die Fortschritte der reinen Chemie stellen sich als Entdeckungen, die der chemischen Technologie als Erfindungen dar. In der Regel können Erfindungen nur dann gemacht werden, wenn Entdeckungen vorhergegangen sind, die für jene die nötigen Grundlagen geliefert haben.

Von anderer Seite wieder berührt sich die chemische Technologie mit der Volkswirtschaft, indem ihre

Erzeugnisse nicht wie die Forschungen der Wissenschaft nach ihrem Werte für das Geistesleben, sondern nach ihrem Werte für das wirtschaftliche Leben beurteilt und benutzt werden, den zu erwägen eben Sache der Volkswirtschaft ist.

In dem nachfolgenden kurzen Abriss der chemischen Technologie können natürlich nur die wichtigsten Verfahren und Erzeugnisse dieses Gebietes beschrieben werden, und zwar auch nur in engster Beschränkung auf das unmittelbar Erforderliche. Es haben daher namentlich auch alle Erörterungen aus dem Gebiete der reinen Chemie wegbleiben müssen; diese wird vielmehr als bekannt vorausgesetzt. Gleichfalls haben Tabellen, Pläne und Zeichnungen keine Aufnahme finden können, zumal man diese ja doch weniger in einem allgemeinen Werkchen über die chemische Technologie, als in einer besonderen Bearbeitung des betreffenden Industriezweiges suchen wird.

Schliesslich musste auch von einer Behandlung der Metallurgie und Hüttenkunde hier abgesehen werden, zumal diese ein geschlossenes Sondergebiet für sich darstellen.

---

## Feuerungswesen.

Das Feuerungswesen bildet recht eigentlich die Grundlage einer jeden Industrie. Es beruht auf der Ausnutzung von chemischen Umsetzungen zur Erzeugung von Wärme. Namentlich werden die verschiedenen Verbindungen des Kohlenstoffes zu Feuerungszwecken benutzt. Solche Verbindungen sind insbesondere das Holz, der Torf, die Braunkohle, die Steinkohle und der Anthrazit, wogegen der Graphit (wie

natürlich erst recht der Diamant) wegen seiner schweren Verbrennlichkeit sowohl, wie wegen seiner Kostspieligkeit nicht zu Heizzwecken dient. Ferner werden von festen Brennstoffen noch die aus Holz dargestellte Holzkohle, sowie der aus Steinkohle dargestellte Koks benutzt.

Von flüssigen Brennstoffen sind besonders zu nennen das Petroleum in seinen verschiedenen Arten, vom Benzin bis zum Petroleumrückstand, sowie der aus Pflanzenstoffen hergestellte Spiritus.

Gasförmige Brennstoffe finden sich in natürlichem Zustande besonders in Amerika als sogenanntes Naturgas; sie werden im allergrössten Massstabe als Leuchtgas, Wassergas u. s. w. künstlich hergestellt.

Von solchen Brennstoffen, die keinen Kohlenstoff enthalten, kommen insbesondere der Schwefel und manche Schwefelverbindungen, wie auch das künstlich dargestellte Wasserstoffgas in Betracht. Ersterer dient z. B. in Sizilien zum Ausschmelzen von anderen Anteilen des in dem dortigen Gestein enthaltenen Schwefels. Die Verbrennungshitze des Schwefeleisens wird bei der Schwefelsäurefabrikation zum Betriebe der Röstöfen nutzbar gemacht.

Elektrolytisch erzeugtes Wasserstoffgas wird neuerdings gelegentlich verwendet, wie ja auch seine Verwendung im Kleinen zum Betriebe des sogenannten Knallgasgebläses schon länger üblich ist. Auch das gleich noch zu besprechende Wassergas muss, soweit es aus Wasserstoff besteht, als ein kohlenstofffreier — durch Wasserzersetzung entstandener — Brennstoff angesprochen werden.

In dem zu metallurgischen Zwecken vorgeschlagenen Erhitzungsverfahren nach Goldschmidt kommt

gleichfalls ein kohlenstofffreier Brennstoff zur Verwendung, nämlich metallisches Aluminium. Hierbei verbrennt dieses ohne Flammenbildung, ohne Erzeugung gasförmiger Verbrennungsprodukte und ohne Inanspruchnahme atmosphärischen Sauerstoffes lediglich durch die Umsetzungswärme mit ihm gemischten Metalloxydes.

Auch ein reines Metall dient — bei Magnesiumfackeln — als Brennstoff, allerdings nur unter besonderen Umständen und nur zu Beleuchtungszwecken.

Der Kohlenstoff vermag sich in zwei Verhältnissen mit dem Sauerstoff zu verbinden. Während er sich bei vollständiger Verbrennung in Kohlensäure verwandelt, so geht er mit der halben Menge Sauerstoff in Kohlenoxyd über. 1 g Kohlenstoff gibt beim Verbrennen zu Kohlensäure 8080 Kalorien, wogegen er, zu Kohlenoxyd verbrannt, nur 2473 Kalorien gibt. Der Rest von 5607 Kalorien wird erst bei der Verbrennung des Kohlenoxydes zu Kohlensäure frei. Umgekehrt vermag sich Kohlensäure mit glühenden Kohlen — z. B. in Feuerungen mit ungenügendem Luftzutritt — wieder in Kohlenoxyd zurückzuverwandeln, wobei jene 5607 Kalorien wieder gebunden werden, d. h. unter gewöhnlichen Umständen verloren gehen. Aus diesen Zahlen geht hervor, dass die Verbrennung des Kohlenstoffes in einer jeden Feuerung vollständig bis zu Kohlensäure durchgeführt sein muss, wenn nicht grosse Verluste an Brennstoff entstehen sollen.

Von den gewöhnlichen Brennstoffen kommt nur die Holzkohle in ihrer Zusammensetzung reinem Kohlenstoff nahe. Andere Kohlensorten sind insbesondere durch Gehalt an Asche (mineralischen Bestandteilen) und Feuchtigkeit ausgezeichnet. Auch ent-

halten z. B. die Steinkohlen oft beträchtliche Mengen von an Metall gebundenem Schwefel, infolgedessen ihre Verbrennungsgase eine entsprechende Menge schwefliger Säure mit sich führen. Ferner enthalten auch abgesehen davon die Steinkohlen nicht reinen Kohlenstoff als solchen, sondern Kohlenstoffverbindungen, die aber zum Teil einen grösseren Brennwert besitzen als Kohlenstoff selber.

Im allgemeinen haben jedoch Koks und Anthrazit einen grösseren Brennwert als gewöhnliche Steinkohle. Da sie keine Kohlenwasserstoffe enthalten, die beim Erhitzen der Kohle vergasen würden, so verbrennen diese beiden Brennmaterialien nicht mehr mit langer, leuchtender Flamme, wie sie dem Holz oder der kohlenwasserstoffreichen Steinkohle eigentümlich ist.

Abgesehen von der Anpassung einer jeden Feuerung an den betreffenden Brennstoff, unterscheidet man als Feuerungssysteme im wesentlichen die unmittelbare Feuerung und die Gasfeuerung. Bei der ersteren wird dem Brennstoff unmittelbar die zu seiner vollständigen Verbrennung nötige Menge von Luft zugeführt. Die sich hierbei entwickelnden Feuergase umspülen den zu erwärmenden Körper und teilen ihm die gewünschte Temperatur mit. Hierbei ist namentlich auf die genaue Regelung der Luftzufuhr Wert zu legen, indem eine zu geringe Luftzufuhr, wie schon angedeutet, durch Bildung von Kohlenoxyd Brennstoffverluste herbeiführen kann, während eine zu starke die Feuergase unnötig verdünnt und infolgedessen abkühlend wirkt, wodurch dann ebenfalls ein zu hoher Brennstoffverbrauch herbeigeführt wird.

Ferner ist es in vielen Fällen nötig, namentlich

wenn es sich um die Erhitzung von Dampfkesseln, Eindampfgefässen und dergleichen handelt, eine unmittelbare Berührung der Stichflamme mit den Wandungen des zu erwärmenden Gefässes zu vermeiden, da hierbei die Flamme plötzlich abgekühlt wird und die in ihr enthaltenen brennbaren Gase sich in der Weise zersetzen, dass sich Kohlenstoff ausscheidet. Dieser Vorgang ist unter dem Namen Russbildung bekannt. Derartig niedergeschlagener Russ verbrennt nur sehr schwer, backt an den Gefässwandungen an und gibt zu deren leichter Zerstörung Veranlassung. Auch soweit er nicht festbrennt, ist er durch Rauchbildung lästig.

Während die direkte Feuerung die ursprüngliche Art der Heizung darstellt, so ist die Gasfeuerung erst in den letzten Jahrzehnten eingeführt worden. Sie beseitigt namentlich den grossen Übelstand jener, dass man in der Praxis stets mit einem grösseren Luftüberschuss arbeiten muss und hierdurch bedeutende Wärmeverluste erleidet. Bei der Gasfeuerung wird das Brennmaterial zuerst vergast, und die so gewonnenen Gase werden alsdann unmittelbar oder auch in weiterer Entfernung von dem Gaserzeuger verbrannt.

Zunächst kommt hier das Leuchtgas in Betracht, das sich aber seiner Kostspieligkeit halber nur für die Verwendung im Kleinen eignet; nur in den mit Leuchtgas betriebenen Gasmotoren werden auch grössere Kräfte mit seiner Hilfe in Bewegung gesetzt.

Alsdann ist das Generatorgas oder Luftgas zu erwähnen. Hier wird Kohle mit der zur Vergasung eben ausreichenden Menge Luft verbrannt und so Kohlenoxyd erzeugt, das dann in der eigentlichen

Feuerung mit weiterer Luft vollständig zu Kohlensäure verbrannt wird. Die Generatorgase enthalten theoretisch etwa 35% Kohlenoxyd neben 65% Stickstoff. In Wirklichkeit enthalten sie jedoch zunächst noch einige Prozent Kohlensäure, da eine vollständige Verbrennung eines Teiles der zur Gaserzeugung dienenden Kohle schon im Generator selbst nicht ganz zu vermeiden ist. Ferner enthalten sie auch noch brennbare Kohlenwasserstoffe, die sich aus den Steinkohlen entwickeln, insbesondere Methan. Schliesslich ist ihnen auch noch Wasserstoff beigemengt, der durch die Umsetzung der in den Kohlen enthaltenen Feuchtigkeit mit dem glühenden Kohlenstoff entstanden ist.

Führt man absichtlich den Generatorfeuerungen grössere Mengen von Wasser zu, indem man zugleich mit der Verbrennungsluft Wasserdampf unter die Feuerung bläst, so entsteht das sogenannte Halbwassergas oder Mischgas, auch Dowsongas genannt. Es enthält theoretisch 38% Kohlenoxyd, 10% Wasserstoff und 52% Stickstoff, daneben aber namentlich noch Kohlensäure. Die Feuerung mit Mischgas ist die verbreitetste Art der Gasfeuerung.

Ebenfalls eine Art Halbwassergas ist das sogenannte Mondgas, nach seinem Erfinder Mond so genannt. Seine Herstellung unterscheidet sich wesentlich von dem Betrieb sonstiger Gasfeuerungen zunächst dadurch, dass es auch die Vergasung gewöhnlicher Kohlen gestattet, während sonst nur Koks oder Anthrazit hier verwendet werden können. Zu diesem Zwecke werden die aus der Kohle abdestillierenden Kohlenwasserstoffe über glühenden Koks geleitet, um sich dort in nicht kondensierbare Verbindungen zu zerlegen. Namentlich aber erlaubt das Verfahren nach

Mond die Gewinnung auch des Ammoniaks aus der Steinkohle, indem es deren Vergasung bei nicht zu hoher Temperatur stattfinden lässt, um jenes vor dem Verbrennen zu schützen. Es wird dann aus den entstandenen Gasen ausgewaschen und in Form seiner Salze nutzbar gemacht. Wenn letzterer Umstand auch von sehr grossem Vorteil ist, so ist der Betrieb der Apparate nach Mond doch recht schwierig und nur in ganz grossem Umfange genügend leicht auszuführen.

Zerlegen wir den Vorgang der Mischgaserzeugung in zwei Teile und erzeugen in demselben Gaserzeuger zunächst Luftgas, indem wir ausschliesslich Gebläseluft unter den Rost blasen, stellen wir dann die Luftzufuhr ab und geben nunmehr ausschliesslich Wasserdampf, so erhalten wir zuerst unter starker Wärmeentwickelung gewöhnliches Generatorgas, alsdann unter bedeutender Abkühlung des Generators sogenanntes Wassergas, ein durch Umsetzung des Wasserdampfes mit den glühenden Kohlen entstandenes Gemisch gleicher Raumteile Kohlenoxyd und Wasserstoff.

Die beiden hierbei erzeugten Sorten von brennbarem Gas werden getrennt aufgefangen und jede für die für sie am besten geeigneten Zwecke verwandt. Bei der Erzeugung des Wassergases findet somit ein fortwährender Wechsel des Ofenbetriebes statt, der als Heissblasen und Kaltblasen bezeichnet wird.

Nur eine Art von brennbarem Gas wird indessen nach dem Wassergasverfahren von Dellwick und Fleischer gewonnen, wobei man das Heissblasen des Generators so regelt, dass hierbei Kohlensäure entsteht, somit sehr viel rascher die zur Erzeugung des Wassergases nötige grosse Hitze erzeugt wird, als wenn

man es unter Bildung von Kohlenoxyd vor sich gehen lässt. Dagegen geht die entstandene Kohlensäure im Gegensatz zu dem beim gewöhnlichen Wassergasverfahren sich bildenden Kohlenoxyd als solche verloren.

Die Gasfeuerung erfordert nach allem diesen umständliche Einrichtungen und teure Ofenanlagen. Sie eignet sich infolgedessen nur für grössere Anlagen, während kleinere Feuerungen nach wie vor vorteilhafter mittelst gewöhnlicher Feuerung betrieben werden.

---

## Kohlensäure und verflüssigte Gase.

Die Kohlensäure entweicht aus den Feuerungen im allgemeinen unbenutzt in die Luft, wird aber unter gewissen Verhältnissen auch nutzbar gemacht. So dient sie z. B. in Sodafabriken dazu, Ätzalkalien in kohlensaure Alkalien zu verwandeln. Neuerdings bildet aber auch die Gewinnung der Kohlensäure einen eigenen Fabrikationszweig. Hierbei verwendet man nach einem Verfahren ebenfalls Verbrennungsgase, deren Kohlensäuregehalt man durch eine Lösung von kohlensaurem Kali (Pottasche) absorbieren lässt. Beim Kochen dieser Lösung entweicht dann die mit der Pottasche zu doppeltkohlensaurem Kali verbunden gewesene Kohlensäure wieder, während die in den Feuerungsgasen enthalten gewesene schweflige Säure in Form von schwefligsaurem Salz gebunden bleibt. Die nunmehr gereinigten kohlensauren Gase werden durch Kühlen und dadurch erfolgendes Ausfrieren vom Wasser befreit, worauf die Kohlensäure in Druckpumpen verdichtet und alsdann in Stahlflaschen eingefüllt wird.

Auch stellt man Kohlensäure durch Glühen von

Magnesit in Retorten dar, wobei gebrannte Magnesia zurückbleibt. Hierbei erhält man sie zwar unmittelbar in reinem Zustande, hat aber andererseits zum Brennen des Magnesits eine ziemliche Menge von Brennstoff aufzuwenden.

In solchen industriellen Betrieben, wie z. B. in der Zuckerindustrie, in denen grosse Mengen gasförmiger Kohlensäure benötigt werden, pflegt man diese unmittelbar einem Kalkbrennofen zu entnehmen, indem man hierbei die Kohlensäure des Kalks und des Brennstoffs gemeinsam nutzbar macht.

Ferner entströmt Kohlensäure in grossen Mengen natürlichen Quellen, deren es z. B. in der Eifel eine ganze Reihe gibt. Diese Kohlensäure ist fast rein und enthält nur einen kleinen Gehalt an Stickstoff, der aber für keinen Verwendungszweck schadet. Sie wird ebenfalls in Stahlflaschen gefüllt und versandt; insbesondere aber dient sie in grossem Umfange an Ort und Stelle zur Herstellung oder Verstärkung kohlensaurer Wässer.

Sauerstoff und Stickstoff werden aus der atmosphärischen Luft hergestellt, und zwar im allgemeinen in der Weise, dass man diese zu einer Flüssigkeit verdichtet und darauf wieder verdampfen lässt. Hierbei verdampft zunächst der leichter flüssige Bestandteil, nämlich der Stickstoff, während der nicht so leicht flüchtige Bestandteil, der Sauerstoff, sich anreichert. Auf diese Weise kann man die Trennung von Sauerstoff und Stickstoff aus der atmosphärischen Luft ziemlich weit treiben; jedoch begnügt man sich, wenn es sich um die Gewinnung von Sauerstoff handelt, im allgemeinen mit einem Gemisch, das noch je nachdem mehr oder weniger Stickstoff enthält, immer-

hin aber bedeutend weniger Stickstoff als die atmosphärische Luft.

Handelt es sich indessen darum, reinen Sauerstoff zu gewinnen, so wird man die Zersetzung des Wassers, oder vielmehr einer verdünnten Lösung einer Säure oder eines Alkalis zu Hilfe nehmen. In diesem Falle entwickelt sich an der Anode Sauerstoff, an der Kathode die entsprechende Menge Wasserstoff. Dieses Verfahren wird an verschiedenen Stellen im grossen ausgeführt.

Handelt es sich andererseits darum, ganz sauerstofffreien Stickstoff zu gewinnen, so muss man den Sauerstoff aus der Luft durch chemische Mittel entfernen, indem man sie z. B. über erhitztes Kupfer leitet, das den Sauerstoff unter Oxydation aufnimmt, während der Stickstoff übrig bleibt. Das entstandene Kupferoxyd wird nachher wieder — z. B. mittelst Erhitzen im Wasserstoffstrom — zu Kupfer reduziert.

Wasserstoff wird, wie bereits angedeutet, durch Elektrolyse des Wassers neben Sauerstoff erhalten, während man früher zu seiner Herstellung Metall in verdünnten Säuren auflösen musste. Er dient ausser zur Erzeugung des Wasserstoff-Sauerstoff-(Knallgas-) Gebläses namentlich auch zum Füllen von Luftballons. Wegen der Schwierigkeit seiner Verflüssigung kommt er nicht in verflüssigtem, sondern nur in stark verdichtetem Zustande in den Handel.

Stickoxydul, gleichfalls eins der verflüssigten Gase des Handels, wird durch Erhitzen von salpetersaurem Ammoniak dargestellt, das hierbei Wasser abspaltet. Es wird namentlich von Zahnärzten als Betäubungsmittel benutzt und ist hier unter dem Namen Lachgas bekannt.

Schweflige Säure, Chlor und Ammoniak gehören gleichfalls hierher; ihre Gewinnung wird bei der Leblancsodaindustrie und unter den Erzeugnissen der trockenen Destillation noch besonders besprochen werden; im übrigen spielt namentlich auch das Ammoniak bei der Industrie der Kälteerzeugung eine wichtige Rolle.

---

## Wasserreinigung und Kälteerzeugung.

Das Wasser, das fast überall auf der Erde vorkommt, ist nicht überall so rein, wie man es gerade braucht, weshalb es je nachdem zu seiner **Reinigung** verschieden behandelt werden muss. Zu Trinkzwecken, wie für manche Zwecke der chemischen Industrie, ist hierzu öfters Destillation erforderlich. Da ganz reines Wasser dem menschlichen Körper nicht zuträglich ist, so sind dem für Trinkzwecke bestimmten destillierten Wasser die nötigen Salze zuzusetzen. Solche finden sich auch im Quellwasser.

Eine besondere Vorsicht erfordert die Beschaffung des Trinkwassers in stark bewohnten Gegenden, wo es leicht durch allerhand Abfallstoffe verunreinigt sein kann. Am besten ist Quellwasser; Flusswasser ist immer nur mit sehr grosser Vorsicht zu verwenden und, wenn man durchaus auf seinen Gebrauch angewiesen ist, durch grosse Filter aus Kies und Sand zu filtrieren.

Stark kalkhaltiges Wasser, das für den Betrieb von Dampfkesseln und dergleichen durch die Bildung des schädlichen Kesselsteines sehr lästig ist, muss von seinem Gehalt an sich beim Kochen ausscheidenden Kalksalzen nach Möglichkeit befreit wer-

den. Der Kalk ist entweder als doppeltkohlensaurer Kalk oder als schwefelsaurer Kalk in dem Wasser enthalten. Ersterer zersetzt sich beim Kochen in Kohlensäure und einfachkohlensauren Kalk, der ausfällt. Letzterer scheidet sich nur infolge seiner Schwerlöslichkeit bei fortgesetztem Eindampfen aus. Die besten Mittel, diese Verunreinigungen zu entfernen, sind Ätzkalk und Soda. Ersterer fällt das Bikarbonat als einfachkohlensauren Kalk aus; letztere beseitigt den Gips ebenfalls als kohlensauren Kalk, während Glaubersalz in Lösung geht. Da dieses leicht löslich ist, so wird es beim Eindampfen des Wassers sich nicht absetzen.

Auch für Färbereien, Wäschereien u. s. w. ist reines Wasser eine Hauptbedingung. Namentlich ist hier Freiheit von allen, auch von leicht löslichen Kalk- und Eisensalzen Bedingung, da diese einerseits die Farben missfarbig machen, andererseits durch Bildung unlöslicher Salze die Wirksamkeit der Seife verhindern.

Was die **Abwässer** anbetrifft, so ist deren Reinigung und Unschädlichmachung nicht weniger wichtig, als die Beschaffung von gutem Trink- und Gebrauchswasser, zumal dieses gerade durch jene so sehr leicht verunreinigt wird.

Die Abwässer der Haushaltungen, wie überhaupt die städtischen Abwässer, werden zum Zwecke der Reinigung entweder zur Berieselung von Feldern benutzt, um auf diese Weise die in ihnen enthaltenen mineralischen und organischen Stoffe zugleich als Dünger benutzen zu können; oder sie werden geklärt, was namentlich durch Absitzenlassen unter gleich-

zeitiger Behandlung mit verschiedenen Chemikalien geschieht.

Die Abwässer der Fabriken werden, soweit sie saurer Natur sind, meist über Kalkstein geleitet, wodurch die Säure als Kalksalz gebunden wird; oder sie werden auch einer, je nach der Natur der in ihnen enthaltenen Stoffe wechselnden chemischen Behandlungsweise unterzogen, um unschädlich zu werden.

Die Industrie der **Kälteerzeugung** steht mit der des Wassers insofern in engster Verbindung, als sie namentlich die Eisgewinnung zum Gegenstande hat. Abgesehen von dem vielen Eis, das auf natürlichem Wege im Winter durch Gefrieren der Teiche u. s. w. entsteht, werden grosse Mengen Eis als Kunsteis fabrikmässig hergestellt, welch letzteres namentlich da von Vorzug ist, wo das Eis nicht nur zur äusseren Kühlung dienen, sondern auch mit dem zu kühlenden Stoffe innig vermischt werden soll.

Die Industrie der Kälteerzeugung, wie auch zum Teil die der flüssigen Gase, beruht darauf, dass unter hohen Druck gebrachte Gase beim Aufhören des Druckes eine starke Abkühlung erleiden. Diese Abkühlung wird dann nutzbar gemacht, um dem zu kühlenden Stoff, Lebensmitteln, Wasser, Salzlösungen, atmosphärischer Luft oder dergleichen, ebenfalls Wärme zu entziehen und dessen Gefrieren oder seine Verflüssigung zu bewirken, oder ihn — wie namentlich Fleisch — vor Fäulnis zu schützen. Das zur Kälteerzeugung benutzte Gas, das von dem auf ihm lastenden Druck befreit ist, gelangt dann wieder in eine Druckpumpe und wird von neuem verflüssigt, so dass es also immer einen Kreislauf durchmacht, bei dem die zur Verflüssigung des als Kälteüberträger oder

vielmehr als wärmeentziehendes Mittel benutzten Gases aufgewendete Arbeit zur Kälteerzeugung dient. Man betreibt die Kältemaschinen mit Ammoniak, mit Kohlensäure, mit schwefliger Säure oder mit einem Gemisch von schwefliger Säure und Kohlensäure, meistens aber mit Ammoniak.

Seitdem die Kälteindustrie durch den Bau zweckmässiger Kältemaschinen eine so grosse Ausdehnung gewonnen hat, zieht man es oft vor, das Eis als Kälteüberträger ganz auszuschalten und vielmehr die Kältemaschinen unmittelbar mit den zu kühlenden Anlagen in der Art zu verbinden, dass man nicht Wasser in ihnen zum Gefrieren bringt, sondern statt dessen eine Flüssigkeit von tiefem Gefrierpunkt, wie z. B. gesättigte Chlorkalziumlauge, in ihnen stark abkühlt. Die Chlorkalziumlauge durchfliesst dann durch ein Rohrsystem die zu kühlende Flüssigkeit oder den zu kühlenden Luftraum und kehrt, nachdem sie ihre Kälte abgegeben hat, wieder zur Kältemaschine zurück, um dort von neuem gekühlt zu werden.

---

## Die Leblancsodaindustrie und ihre Nebenzweige.

Die Leblancsodaindustrie umfasst die Herstellung der Soda nach dem Verfahren von Leblanc und alles, was damit zusammenhängt. Dies Verfahren gründet sich auf die Zersetzung von Kochsalz mittelst Schwefelsäure unter Bildung von schwefelsaurem Natron oder Glaubersalz neben Salzsäure. Jenes wird weiter mit Kalkstein und Kohle geschmolzen, wobei namentlich kohlensaures Natron, Ätznatron und Schwefelkalzium entstehen. Ausserdem bilden sich hierbei noch eine

ganze Reihe von anderen Schwefelverbindungen des Natriums und des Kalziums. Die Schmelze wird alsdann mit Wasser ausgelaugt und ergibt nun eine Lösung, die hauptsächlich kohlensaures Natron und Ätznatron enthält. Je nachdem man nun ersteres oder letzteres herstellen will, wird sie dann entsprechend weiterbehandelt.

Die Grundlage der Sodaindustrie ist demnach ausser dem Kochsalz, das von der Natur schon als solches geliefert wird, die Schwefelsäure, weshalb auch deren Gewinnung mit unter den Begriff der Sodaindustrie fällt. Sie wurde bis vor einer Reihe von Jahren fast ausschliesslich nach dem sogenannten Kammerverfahren hergestellt. Hierbei werden schweflige Säure enthaltende Gase in grosse leere Räume, die sogenannten Bleikammern, geleitet, in denen sich die schweflige Säure mit zugleich einströmender Luft und Wasserdampf zu Schwefelsäure verbindet. Diese Umsetzung verläuft jedoch nicht ohne weiteres, sondern es muss ein Körper vorhanden sein, der die Übertragung des Sauerstoffes an die schweflige Säure vermittelt. Als solcher dient die Salpetersäure, die einen Teil ihres Sauerstoffes sehr leicht abgibt und sich dabei in sauerstoffärmere Stickoxyde verwandelt, die indes immer wieder zurückoxydiert werden. Die sich hierbei abspielenden Vorgänge sind sehr verwickelt und führen zur Bildung mannigfacher Zwischenverbindungen. Die Salpetersäure wird hierbei nicht vollständig wiedergewonnen, sondern scheidet zum Teil aus dem Prozess aus, so dass ständige Verluste daran zu ergänzen sind, und demnach auch die Herstellung von Salpetersäure für die Schwefelsäuregewinnung nach dem Kammerverfahren nötig ist, weshalb denn auch die

Salpetersäuregewinnung in das Gebiet der Leblancsodaindustrie fällt.

Schliesslich bildet dann noch die Nutzbarmachung der von der Sodaschmelze herrührenden Rückstände einen Zweig der Leblancsodaindustrie. Insbesondere ist die Wiedergewinnung des in ihnen enthaltenen Schwefels eine wichtige, wenn auch immer noch nicht zu allseitiger Zufriedenheit gelöste Aufgabe.

## Schwefelsäureherstellung in Bleikammern.

Die Schwefelsäure wird aus schwefliger Säure dargestellt, und diese wiederum wird durch Rösten geeigneter, Schwefel enthaltender Mineralien gewonnen. Hierzu diente ursprünglich ausschliesslich der natürlich vorkommende Schwefel, wie er namentlich auf Sizilien sich findet.

Jedoch kam man bald dazu, auch andere Mineralien auf Schwefelsäure zu verarbeiten, und zwar in erster Linie den Schwefelkies oder Eisenkies, wie er in Deutschland insbesondere bei Meggen in Westfalen vorkommt. Dieser besteht im wesentlichen aus Zweifach-Schwefeleisen und wird in geeigneten Öfen ohne weiteren Brennstoff zu Eisenoxyd und schwefliger Säure verbrannt (abgeröstet).

Ferner dient insbesondere die Zinkblende in ausgedehntem Masse zur Schwefelsäuregewinnung. Die Zinkblenderöstöfen erfordern im Gegensatz zu den Schwefelkiesöfen eine Heizung mit anderweitigen Brennmaterialien, da die hier entwickelte Wärme von so geringem Betrage ist, dass der Röstvorgang durch die äussere Abkühlung zum Stillstand kommen würde.

Auch andere Stoffe werden noch auf Schwefelsäure verarbeitet; so z. B. die ausgebrauchte und von

wertvollen Bestandteilen anderweitig befreite Gasreinigungsmasse der Leuchtgasfabriken.

Die schweflige Säure, die sich aus einer dieser Quellen entwickelt, wird nun nicht ohne weiteres in die Bleikammern geleitet, sondern durchströmt zunächst einen längeren Kanal oder eine gemauerte Kammer, worin sich die Hauptmenge des von den Röstöfen mitgerissenen Flugstaubes absetzen kann. Alsdann tritt sie in einen Turm ein, den sogenannten **Gloverturm.**

Türme kommen in der chemischen Industrie in ausgedehntestem Masse zur Anwendung und dienen im allgemeinen dazu, die Einwirkung von Flüssigkeiten auf Gase zu vermitteln. Es sind turmartige Räume von den kleinsten Abmessungen bis zu etwa 30 m Höhe, in die die betreffenden Gase unten eintreten, während von oben her ihnen Flüssigkeit entgegenrieselt.

Der Gloverturm besteht nun in seinen Wandungen ganz aus Blei, das von einem aussen angebrachten hölzernen oder eisernen Gerüste getragen wird. Im Innern ist er mit säurefesten Steinen ausgesetzt, die zugleich einen ziemlichen Hitzegrad auszuhalten befähigt sein müssen. Auf ihn fliesst oben mehr oder weniger stark salpetersäurehaltige Schwefelsäure auf, die sogenannte Nitrose, die nun durch die heissen in ihm aufsteigenden schwefligsauren Gase zerlegt wird. Die Salpetersäure wird ausgetrieben und gelangt mit den schwefligsauren Gasen in die Bleikammern. Die auf etwa 78% eingedampfte und von Salpetersäure befreite Säure fliesst unten ab und ist als sogenannte Gloversäure für viele Zwecke ohne weiteres gebrauchsfähig.

Die Gase gelangen nun in die eigentlichen **Bleikammern**, die gewöhnlich nicht aus einem einzigen, sondern aus mehreren hintereinander geschalteten Räumen bestehen. An ihrer Decke befinden sich Ventile, durch die Dampf eingeblasen wird; am Boden sammelt sich die Säure an. Die Bleikammern bestehen ebenso wie die Glovertürme in ihrer der Säure ausgesetzten Fläche ganz aus Blei und werden ebenfalls aussen von einem Gerüst von Holz, mitunter auch von Eisen getragen. Blei wird hierfür nicht nur wegen seiner Säurebeständigkeit, sondern auch deshalb gewählt, weil durch die dünnen Bleiwände hindurch die in den Kammern entstehende Wärme sehr rasch nach aussen entweicht.

Aus den Kammern treten die Gase nunmehr in den **Gay-Lussac-Turm**, der genau die entgegengesetzte Aufgabe hat wie der Gloverturm. Er wird mit salpetersäurefreier Schwefelsäure berieselt, die dazu dient, den aus den Kammern entweichenden Gasen die in ihnen noch enthaltene Salpetersäure wieder zu entziehen. Die aus ihm ausfliessende Säure ist die sogenannte Nitrose.

Die am Boden der Kammern sich niederschlagende und aus ihnen abgelassene Säure, die sogenannte **Kammersäure**, enthält etwa 62—69% Schwefelsäure. Sie kann oft ohne weiteres benutzt werden, ist aber für die meisten Zwecke zu verdünnt und muss dann in geeigneten Vorrichtungen eingedampft werden. Als solcher bedient man sich bis zu einer Stärke von etwa 78% der Glovertürme oder, falls diese nicht ausreichen, bleierner Pfannen mit entweder Unter- oder Oberfeuerung. Die Feuerung von unten bietet den Vorteil, dass dabei die Säure durch die Feuergase nicht ver-

unreinigt werden kann, erfordert dagegen einen höheren Kohlenverbrauch.

Um die Schwefelsäure noch stärker einzudampfen, nämlich auf 92—98% Gehalt, bedient man sich aus Platin, Porzellan, Glas oder auch Gusseisen bestehender Gefässe, unter denen diejenigen aus mit Gold plattiertem Platin am meisten verbreitet sind.

Die vielfach in der Industrie gebräuchliche Schwefelsäure von mehr als 98% muss dagegen auf einem ganz anderen Wege erhalten werden, von dem im folgenden Abschnitt die Rede sein wird.

### Herstellung von Schwefelsäureanhydrid.

Schwefelsäureanhydrid wurde früher durch Rösten von Eisenvitriol hergestellt, der dabei in Eisenoxyd, schweflige Säure und Schwefelsäureanhydrid zerfällt. Letzteres wurde dann in Wasser oder verdünnter Schwefelsäure aufgefangen und kam in Form von **rauchender Schwefelsäure** in den Handel. Diese Herstellungsweise war aber in der Praxis nicht nur umständlich, sondern auch sehr kostspielig, da das Rösten des Eisenvitriols in fortwährend zu erneuernden kleinen Glasretorten vorgenommen werden musste.

Es war nun andererseits bekannt, dass fein verteiltes Platin die Eigenschaft besitzt, schweflige Säure und Sauerstoff zu Schwefelsäureanhydrid zu vereinigen. Jedoch scheiterte die praktische Ausführung dieses so einfachen Vorganges lange Zeit daran, dass die Ausbeute nur sehr gering war. Erst verhältnismässig spät fand man, worauf es bei diesem sogenannten **Kontaktverfahren** ankam. Man hatte nämlich hierbei zunächst auf die genaue Innehaltung einer gewissen Temperatur zu sehen, die man namentlich nicht über-

schreiten durfte. Denn oberhalb der entstandenen Bildungstemperatur zersetzt sich das entstandene Schwefelsäureanhydrid wieder in schweflige Säure und Sauerstoff. Zweitens war eine äusserst sorgfältige Reinigung der Gase nötig. Anderenfalls nämlich verstopfen die mitgerissenen gasförmigen und staubförmigen Verunreinigungen der Schwefelsäure die Poren des Platins sehr bald und machen es unwirksam, oder sie bilden mit ihm seine katalytische Wirksamkeit sehr rasch aufhebende anderweitige Verbindungen. Jetzt findet dieses Verfahren sehr verbreitete Anwendung, so dass man sogar unter Umständen so weit geht, selbst gewöhnliche verdünnte Schwefelsäure durch Verdünnen des so gewonnenen Schwefelsäureanhydrides mit Wasser herzustellen. Hauptsächlich aber wird das Schwefelsäureanhydrid in Gestalt von rauchender Schwefelsäure verwendet, die namentlich bei Herstellung der Anilinfarben benutzt wird.

### Schweflige Säure.

Wir haben gesehen, dass bei dem Rösten von Schwefel und von Schwefelmetallen schweflige Säure entsteht. Diese wird, wenn man sie als solche verwenden will, entweder in Wasser gelöst oder in durch Druck verflüssigtem Zustande in den Verkehr gebracht. Ihre wässerige Lösung kann einfach dadurch hergestellt werden, dass man schweflige Säure enthaltende Gase in einem Turme mit Wasser behandelt. Die so gewonnene rohe schweflige Säure wird dann durch Erhitzen ihrer wässerigen Lösung wiederum in Freiheit gesetzt, wobei die in ihr befindlich gewesenen Verunreinigungen im Wasser zurückbleiben. Die gereinigten Gase werden dann wieder entweder mit Wasser nieder-

geschlagen oder mittelst Druckpumpen in den flüssigen Zustand übergeführt.

Da die flüssige schweflige Säure nur eine sehr geringe Dampfspannung hat — bei 15° C. nur 2,7 Atmosphären — so kann sie noch in verhältnismässig grossen Stahlflaschen ohne Gefahr versandt werden.

### Salpetersäure, Bisulfat und Salpeter.

Wie bereits erwähnt, bildet die Salpetersäure ein unentbehrliches Hilfsmittel bei der Herstellung von Schwefelsäure nach dem Kammersystem. Zu ihrer Gewinnung wird Natronsalpeter (Chilisalpeter) in gusseisernen Retorten mit Schwefelsäure erhitzt, wobei die Salpetersäure abdestilliert und saures schwefelsaures Natron oder Bisulfat zurückbleibt. Letzteres ist bei der angewandten Rotgluthitze flüssig und wird aus den Retorten abgelassen. Die Salpetersäure dagegen entweicht gasförmig und wird in einer Kühlanlage aus Steinzeug zu einer Flüssigkeit verdichtet.

Mitunter arbeitet man hierbei auch in der Weise, dass man in der Kondensationsanlage und in der Retorte eine starke Luftverdünnung herstellt, wobei die Salpetersäure sich leichter und schon bei niedrigerer Temperatur aus der Mischung von Salpeter und Schwefelsäure entwickelt.

Das bei der Salpetersäureherstellung abfallende **Bisulfat** findet seine hauptsächlichste Anwendung zur Herstellung von Salzsäure, die es beim Erhitzen mit Kochsalz aus diesem entwickelt.

Der zur Salpetersäuredarstellung verwendete Salpeter ist stets **Natronsalpeter**, der sich in Südamerika in verhältnismässig nicht zu reichen Lagern findet. Da er aus der Luft Feuchtigkeit anzuziehen vermag,

so ist er indessen für manche andere Zwecke, wo man salpetersaure Salze braucht, nicht zu verwenden, und man ist hier auf das **salpetersaure Kali** angewiesen, das auch öfters schlechthin als Salpeter bezeichnet wird. Letztere Verbindung entsteht, wenn Stickstoff und Kali enthaltende organische Stoffe an der Luft verwittern. Sie wurde früher ausschliesslich auf diese Weise in sogenannten Salpeterplantagen gewonnen, indem man geeignete Abfälle aller Art unter häufigem Umschaufeln der Verwitterung aussetzte und auslaugte. Seit der Entdeckung der Stassfurter Kalilager hat jedoch diese Herstellungsweise fast ganz aufgehört, und es ist an deren Stelle der sogenannte Konversionssalpeter getreten, der durch die Umsetzung einer Lösung von salpetersaurem Natron und Chlorkalium erhalten wird, aus der er in der Kälte auskristallisiert. Er dient namentlich zur Herstellung des Schwarzpulvers.

Auch **salpetersaures Ammon** wird neuerdings in grösserem Massstabe gewonnen, und zwar unmittelbar durch Neutralisieren von Ammoniak mit Salpetersäure. Es dient zur Herstellung von Sprengstoffen, wie auch vielfach statt des Kalisalpeters zur Darstellung von Schiesspulver, da es im Gegensatz zu jenem beim Verbrennen keine Asche hinterlässt, demnach auch keinen Rauch verursacht.

## Kochsalz, Salzsäure und Sulfat.

Das Kochsalz findet sich in ungeheuren Lagern in verschiedenen Ländern und ist in unerschöpflichen Mengen im Meerwasser gelöst. Auch tritt es in zahlreichen Quellen zu Tage, die aus salzhaltigem Gestein hervorbrechen. Alle drei dieser Vorkommen dienen zu

seiner Gewinnung. Am einfachsten ist diese im bergmännischen Betriebe, wo es nur losgebrochen wird und dann ohne weiteres gebrauchsfähig ist. Je nach dem Grade der Reinheit, in dem es sich findet, wird es zu den verschiedensten Zwecken verwendet; das reinste kann unmittelbar vermahlen und als Speisesalz verbraucht werden. Vielfach sind die Steinsalzlager selbst schwer zugänglich, so dass man sie auf die Weise ausbeutet, dass man durch Bohrlöcher oder Schächte Wasser in sie einfliessen lässt. Hat sich dieses genügend mit Salz gesättigt, so wird es ausgepumpt und eingedampft (versotten).

Die natürlichen Salzsoolen sind meistens zu schwach, um ohne weiteres eingedampft werden zu können; sie werden deshalb erst in sogenannten **Gradierwerken** angereichert; ein Teil des Wassers verdampft hierbei und die Soole wird verstärkt. Zugleich scheiden sich die Verunreinigungen zum Teil aus, namentlich kohlensaurer Kalk und Gips, die sich als Überzug auf dem Reisig der Gradierwerke festsetzen. Die Salzsoole wird nun in Pfannen eingedampft, und zwar zunächst noch nicht ganz bis zur vollständigen Sättigung. Hierbei scheidet sich der sogenannte Pfannenstein aus, der eine ähnliche Zusammensetzung hat wie die Niederschläge auf den Gradierwerken. Hierauf folgt das eigentliche Eindampfen, wobei sich das Salz selbst in reinem Zustande ausscheidet und so fortwährend durch Ausschaufeln entfernt wird. Was übrig bleibt, ist die sogenannte Mutterlauge, die diejenigen Verunreinigungen enthält, die leichter als Kochsalz in Wasser löslich sind, und als die in erster Linie Chlormagnesium in Betracht kommen.

Das in dem **Meerwasser** enthaltene Kochsalz wird in warmen Ländern ebenfalls gewonnen. Man lässt es in flache Teiche einfliessen, in denen die Sonnenwärme das Wasser verdunstet. Die hier abfallenden Mutterlaugen werden vielfach noch weiter verarbeitet und können zur Gewinnung von Kalisalzen sowie von Brom dienen.

Um aus dem Kochsalz **Salzsäure** und **Sulfat** herzustellen, wird es in Muffelöfen mit Schwefelsäure zersetzt. Die hierbei sich entwickelnde Salzsäure befindet sich im gasförmigen Zustande und muss verflüssigt werden, indem man sie in Wasser löst. Sie durchströmt zu diesem Zwecke eine Anlage, in der sie mit Wasser nach dem Gegenstromgesetz in Berührung kommt. Für gewöhnlich sind derartige Anlagen aus Sandsteinkästen (sogenannten Backs), Steinzeuggefässen (Töpfen, Tourills, Bombonnes) und aus Sandstein- oder Steinzeugtürmen von oft sehr beträchtlicher Höhe zusammengesetzt.

Eine andere, nur selten angewendete Art der Herstellung von Salzsäure und Sulfat ist die nach dem Verfahren von Hargreaves. Hierbei wird die vorherige Herstellung von Schwefelsäure ganz umgangen und aus schwefliger Säure, Wasserdampf und Kochsalz in gusseisernen Zylindern unmittelbar Sulfat und Salzsäure dargestellt.

Das nach einem der beiden Verfahren gewonnene Sulfat findet ausser zur Herstellung der Soda nach Leblanc besonders auch in der Glasfabrikation Verwendung. Durch Auflösen in Wasser und Auskristallisierenlassen bei Winterkälte kann man aus ihm kristallisiertes wasserhaltiges Glaubersalz darstellen. Doch wird letzteres, für das kein so grosser Bedarf ist, ge-

wöhnlich nur als Nebenerzeugnis bei der Verarbeitung der Stassfurter Kalisalze gewonnen.

Zur Reinigung der Salzsäure dient namentlich die Destillation, wobei man das Destillat unmittelbar als reine Salzsäure auffängt, oder auch die sogenannte Vergasung, wobei man die Salzsäure unter Rühren und Lufteinblasen in Schwefelsäure einfliessen lässt. Letztere zieht hierbei das Wasser der Salzsäure an sich, gasförmige Salzsäure entweicht und wird von neuem in Wasser niedergeschlagen, während die sich ergebende verdünnte Schwefelsäure wieder eingedampft werden muss.

Weder Destillation noch Vergasung vermögen indessen das sich auch oft in der Salzsäure findende Arsen zu beseitigen, da dieses, in Gestalt von Chlorid auftretend, selbst flüchtig ist. Seine Quellen sind etwa zur Herstellung der benötigten Schwefelsäure verwandte arsenhaltige Schwefelkiese. Das Arsen muss — unter Umständen vor der Reinigung durch Destillation oder Vergasung — durch Ausfällen mittelst Schwefelwasserstoffs entfernt werden.

Die so erhaltene reine Salzsäure kommt gewöhnlich in stärker konzentriertem Zustande in den Handel, als die rohe Salzsäure. Diese enthält nur etwa 32, jene etwa 39% Chlorwasserstoff.

### Chlor, Chlorkalk; chlorsaures Kali und Chlorkalzium.

Während man vor einigen Jahrzehnten die Salzsäure nur notgedrungen kondensierte, um sie nicht in die Luft entweichen und so grossen Schaden anrichten zu lassen, findet sie heutzutage eine weit ausgedehnte Anwendung, namentlich zur Herstellung des Chlors.

Von den älteren Chlordarstellungsverfahren ist das nach **Deacon** vom theoretischen Standpunkte aus bei weitem das beste, wird aber wegen der ausserordentlichen Schwierigkeiten, die sich seiner Ausführung praktisch in den Weg stellen, nur in ganz wenigen Fabriken ausgeführt. Hierbei lässt man gasförmige Salzsäure mit Luft gemischt in einen mit porösen Tonkugeln gefüllten und stark erhitzten Turm eintreten. Die Tonkugeln sind mit Kupferchlorürlösung getränkt und vermitteln so die Übertragung des Wasserstoffes der Salzsäure an den Sauerstoff der Luft, indem sich einerseits Wasser, andererseits freies Chlor bildet.

Jedenfalls spielt hierbei auch eine abwechselnde Oxydation und Reduktion des Kupferchlorürs zu Kupferchlorid und umgekehrt eine wichtige Rolle, was namentlich dadurch wahrscheinlich wird, dass schwefelsaures Kupfer, das nur in einer Oxydationsstufe des Kupfers sich bildet, nicht als Kontaktsubstanz beim Deaconverfahren dienen kann. Im Gegenteil muss sogar die hierbei zu verwendende Salzsäure frei von Schwefelsäure sein, weil sonst die Kontaktwirkung der Deaconkugeln sehr rasch erlischt.

Die aus dem Deaconschen Apparat entweichenden Chlorgase enthalten Wasser, sowie noch eine gewisse Menge unzersetzter Salzsäure. Sie werden von letzterer, sowie von einem Teil des Wassers befreit, indem sie eine zur Niederschlagung der Salzsäure dienende Anlage durchstreichen. Hierauf gehen sie durch einen mit starker Schwefelsäure berieselten Turm, wo sie getrocknet werden, da die Schwefelsäure infolge ihrer grösseren Verwandtschaft zum Wasser letzteres aufnimmt. Dann sind sie zu weiterer Verarbeitung fertig.

Eine andere Darstellungsweise des Chlors ist die

**aus Braunstein und Salzsäure** oder — im kleinsten Massstabe — aus Braunstein, Kochsalz und Schwefelsäure. Die hierbei erhaltenen Laugen von Manganchlorür oder Mangansulfat können nach gehöriger Reinigung eingedampft und verwertet werden, müssen aber oft einfach fortlaufen, da diese Mangansalze nur beschränkte Anwendung finden. Von der angewendeten Salzsäure gewinnt man mit diesem Verfahren überdies nur die Hälfte ihres Chlorgehaltes, während die andere Hälfte in den entstehenden Manganlaugen verbleibt.

Da trat nun das Verfahren von **Weldon** helfend ein, das die Nutzbarmachung der Manganlaugen unter Wiedergewinnung von Mangansuperoxyd ermöglichte, und das deshalb eine grosse Bedeutung erlangt hat. Es beruht darauf, dass in einer Chlorkalziumlösung aufgeschwemmtes Manganoxydul bei Gegenwart eines Überschusses von Kalk durch einen durch die Flüssigkeit getriebenen Luftstrom zu Superoxyd oxydiert wird.

Die von der Zersetzung von Braunstein mit Salzsäure herrührenden sauren Manganlaugen werden hierbei zunächst unter Umrühren mit Kalkstein behandelt, um die freie Säure abzustumpfen und die sonst noch darin vorhandenen Verunreinigungen auszufällen. Alsdann wird die Manganlauge in hochgelegene Gefässe gepumpt, wo sich der Niederschlag absetzen kann. Der aus Gips, Eisenoxyd und Tonerde bestehende Schlamm wird ausgewaschen, während die von ihm abgezogene Flüssigkeit in den sogenannten Fällbottich gelangt, wo Ätzkalk zugesetzt und Luft eingeblasen wird. Hierbei geht die Fällung des Manganoxyduls als Hydroxydul vor sich. Der überschüssige Kalk und die Luft wirken

dann weiter ein, indem sich Kalziummanganit bildet.

Man lässt alsdann den Manganschlamm, der den Namen Weldonschlamm führt, sich absetzen. Die über ihm stehende Lauge, wesentlich Chlorkalzium enthaltend, kann man durch Eindampfen in Flammöfen auf dieses verarbeiten; jedoch hat man für so grosse Mengen Chlorkalzium kaum Verwendung und muss sie deshalb meistens weglaufen lassen.

Der Weldonschlamm wird nun in Sandsteingefässe abgelassen, wo er unter Dampfeinblasen mit Salzsäure behandelt wird, aus der er ein Drittel bis zwei Fünftel ihres Chlors freimacht, während der Rest als Chlorkalzium verloren geht.

Die Ausnutzung der Salzsäure ist also hier noch schlechter als beim alten Braunsteinverfahren, bei dem sie bis zur Hälfte nutzbar gemacht wird, gegenüber vollständiger Ausnutzung beim Deaconschen Verfahren.

Dagegen arbeitet das Weldonsche Verfahren sehr leicht und sicher und gestattet namentlich eine fast vollständige Wiedergewinnung des verwendeten Braunsteines, der nunmehr nur noch als eine Art Sauerstoffüberträger wirkt.

Die aus den Chlorentwickelungsgefässen abgezogene Lauge wird wiederum zur Ausfällung der hauptsächlich durch den Kalk hereingebrachten Verunreinigungen und zur Abstumpfung der überschüssigen Säure mit Kalkstein behandelt und geht damit wieder in den Kreislauf des Betriebes zurück.

Das bei dem Weldonschen Verfahren entstehende Chlor ist ein bedeutend konzentrierteres Gas, als das nach Deacon erhaltene, weshalb es sich zu manchen Verwendungen besser eignet als dieses. Namentlich

kann man es aus diesem Grunde eher zur Herstellung des **flüssigen Chlors** verwenden, das erhalten wird, indem man es mittels geeigneter Druckpumpen verdichtet, wozu bei 15° C. nur etwa 6 Atmosphären Druck nötig sind. Das flüssige Chlor findet zur Herstellung mancher chemischer Präparate Verwendung, jedoch nur in beschränktem Masse, da es wegen der schweren Stahlzylinder, in denen es versandt werden muss, zu viel Transportkosten verursacht.

Unter diesen Umständen ist immer noch der **Chlorkalk** die Form des Chlors, in der dieses am besten versandt werden kann. Er wird in sehr einfacher Weise hergestellt, indem man Chlor über trocken gelöschten Kalk leitet, das heisst, über Kalk, der nicht viel mehr Wasser aufgenommen hat, als eben zur Bildung des Kalkhydrats $Ca(OH)_2$ erforderlich ist.

Es ist hierbei schwierig, die chlorhaltigen Gase vollständig zu erschöpfen, so dass gewöhnlich noch die Gewinnung von **chlorsaurem Kali** mit der des Chlorkalks verbunden wird. Die aus den Chlorkalkkammern entweichenden Gase werden zu diesem Zwecke in warme Kalkmilch geleitet, wobei sich chlorsaures Kali neben der fünffachen Molekülzahl Chlorkalzium bildet.

Die entstandene Salzlösung wird alsdann mit der dem chlorsauren Kalk entsprechenden Menge von Chlorkalium versetzt, so dass beim Eindampfen und Abkühlenlassen chlorsaures Kali auskristallisiert. Aus der Mutterlauge kann das Chlorkalzium durch Eindampfen gewonnen werden, ähnlich wie es bei der Chlordarstellung nach Weldon der Fall ist.

Die Ausbeute bei dieser Art der Herstellung von chlorsaurem Kali ist allerdings sehr gering, indem

fünf Sechstel des angewendeten Chlors in das wertlose Chlorkalzium übergehen. Will man chlorsaures Kali als Haupterzeugnis gewinnen, so wird man sich nicht dieses, sondern des später noch zu beschreibenden elektrolytischen Herstellungsverfahrens bedienen.

## Leblancsoda.

### Rohsoda.

Der hauptsächlichste Teil des Sodaverfahrens nach Leblanc besteht naturgemäss in der eigentlichen Sodadarstellung, deren Grundzüge bereits erwähnt worden sind. Die erste Arbeit hierbei bildet die Herstellung der sogenannten **Rohsodaschmelze.** Zu diesem Zwecke wird eine Mischung aus Sulfat, Kalkstein und Kohle in Flammöfen der Einwirkung der Hitze und zugleich der Feuergase ausgesetzt und dabei fortwährend sorgfältig durchgearbeitet.

Nach dem Erkalten wird diese Masse dann zerkleinert, systematisch ausgelaugt und so in **Sodarückstand** einerseits, **Rohsodalauge** andererseits getrennt. Ersterer enthält wesentlich Schwefelcalcium, letztere kohlensaures Natron und Ätznatron, sowie manche Verunreinigungen, unter denen Schwefelverbindungen die Hauptrolle spielen.

Um nun zunächst letztere unschädlich zu machen, wird die Rohlauge nunmehr oxydiert. Hierdurch verwandeln sich jene Verbindungen in Sulfate, die zwar auch den Prozentgehalt der fertigen Soda vermindern, aber ihrem Verwendungszweck nicht so schaden, wie etwa Sulfide. Zu diesem Zwecke werden die Rohlaugen in hohe — mit einem Dampfmantel beheizte — Behälter eingefüllt, in die bei Gegenwart

von Weldonschlamm als Sauerstoffüberträger vom Boden her ein kräftiger, stark rührend wirkender Luftstrom eingeblasen wird.

## Karbonisierte Soda.

Je nachdem nun die Rohlauge auf kohlensaures oder auf Ätznatron weiter verarbeitet werden soll, ist ihre weitere Behandlung verschieden. Zur Herstellung des ersteren, der sogenannten **karbonisierten Soda**, wird die oxydierte Rohlauge mit Kohlensäure gesättigt oder, wie man sagt, karbonisiert. Dies geschieht, indem man sie in einem eisernen, mit Ketten ausgehängten Turme herabrieseln lässt, in den von unten möglichst staubfreie Feuergase eintreten.

Nachdem die Lauge den Karbonisierturm durchflossen hat, lässt man sie sich in hohen Vorratsgefässen eine Zeitlang klären. Sie wird alsdann in flachen Pfannen mit der Abhitze anderer Feuerungen bis zu einem Grade eingedampft, bei dem sich noch keine Soda ausscheidet. Das eigentliche Eindampfen zur Gewinnung der Soda selber erfolgt sodann in halbzylindrischen, sogenannten Thelenschen Pfannen, mit sich langsam drehendem, liegendem Rührwerk, die auch sonst in der chemischen Industrie eine sehr weite Verbreitung gefunden haben.

Das hier ausgeschiedene Sodasalz gelangt nunmehr in die Kalzinieröfen. Dies sind Flammöfen, in denen es vollends vom Wasser befreit wird, während gleichzeitig die Flammen dazu beitragen, noch in der Soda enthaltene Reste von Ätznatron zu karbonisieren, sowie noch vorhandene Reste von Schwefelverbindungen in Sulfat zu verwandeln, Cyanide aber zu verbrennen.

Die so hergestellte und schliesslich noch durch Mahlen in Pulver verwandelte kalzinierte Soda enthält etwa 98—100% kohlensaures Natron und findet in zahlreichen Industrien Anwendung.

## Ätznatron.

Beabsichtigt man, statt kalzinierter Soda Ätznatron herzustellen, so wird die oxydierte Rohsodalauge nicht karbonisiert, sondern **kaustiziert**. Zu diesem Zweck wird sie in eisernen Kesseln mit einem Dampfstrahlgebläse gerührt und zugleich mit Ätzkalk behandelt. Die auf diese Weise entstandene sogenannte kaustische Sodalauge lässt man durch Absitzen klären, und dampft hierauf zur Gewinnung des Ätznatrons ein. Früher geschah dies ausschliesslich in der Art, dass die Lauge zunächst in flache Schalen floss, die durch die Abhitze der eigentlichen Sodaschmelzkessel geheizt wurden, wobei sie sich nach dem Verfahren des Gegenstromes immer mehr verstärkte. Schliesslich hatte man an Stelle der ursprünglichen wässerigen Lösung vielmehr geschmolzenes, wenn auch immer noch wasserhaltiges Ätznatron erhalten, das dann in den aus Gusseisen hergestellten Sodaschmelzkesseln mit direktem Feuer bis zum Glühen erhitzt wurde, um es dadurch mehr oder weniger vollständig vom Wasser zu befreien. Dann wurde es ausgeschöpft und in Trommeln aus Eisenblech gefüllt, in denen es erstarrte.

Heutzutage hat dagegen die Verwendung von **Eindampfanlagen unter vermindertem Luftdruck** mehr und mehr an Boden gewonnen, die nach dem Vorbilde der in der Zuckerindustrie gebräuchlichen Vakuumanlagen gebaut sind, und in denen die Lauge

mittelst Dampf unter mehrfacher Ausnutzung von dessen Heizwärme verstärkt wird. Die vollständige Austreibung des Wassers erfolgt dann ganz wie bei dem alten Verfahren durch Schmelzen und Glühen.

Das fertige geschmolzene Ätznatron ist von wechselndem Gehalt an wirklichem Natriumhydroxyd.

Seine Stärke wird in der Sodaindustrie in Prozenten Soda angegeben, die dem entsprechenden Ätznatron gleichwertig sind. Hundertprozentiges Ätznatron enthält demnach 75.5%, 126prozentiges enthält 95.1% Ätznatron. Dies ist das stärkste nach dem Leblancsodaverfahren zu gewinnende Ätznatron; chemisch reines Ätznatron würde nach dieser Rechnungsweise 132.4prozentig sein.

## Kristallsoda.

Die Kristallsoda, mit 37 % Soda und 63 % Wasser, hat den Vorzug, sich leicht in Wasser zu lösen, während kalzinierte Soda beim Lösen in Wasser erst zu Klumpen zusammenbackt und immer etwas unlöslichen Rückstand hinterlässt. Dagegen ist Krystallsoda doch im allgemeinen ein recht unreiner Körper und bildet in dieser Hinsicht eine Ausnahme von der Regel, dass kristallisierte Körper ihrer Kristallform wegen sich durch besondere Reinheit vor den entsprechenden, unkristallisiert in den Handel gebrachten Stoffen auszeichnen. Dies rührt daher, dass die Kristallsoda zum Teil aus recht unreinen Laugen hergestellt wird, indem die grossen Fabriken vielfach ihre Abfalllaugen auf Kristallsoda verarbeiten, während andererseits kleine Kristallsodafabriken oft absichtlich Sulfat zusetzen, um einerseits hierdurch härtere Sodakristalle zu erzielen, andererseits auch, um der

teueren Soda das billigere Glaubersalz unterzuschieben.

Die Herstellung der Kristallsoda geschieht in der Art, dass man die entsprechend eingedampfte Lösung in Blechgefässen abkühlen lässt, wobei die Sodakristalle sich an den Wandungen der Gefässe ansetzen. Indem man die Blechgefässe nach dem Ablassen der Lauge einen Augenblick in heisses Wasser eintaucht, schmilzt die äusserste Kristallschicht, und die Krisstalle können ausgestürzt werden.

Da die Kristallsoda schon bei 34° C. in ihrem eigenen Kristallwasser schmilzt, so ist ihre Herstellung nur im Winter vorteilhaft, wenn der Unterschied zwischen der Lufttemperatur und dieser Schmelztemperatur gross genug ist.

## Aufarbeitung der Sodarückstände. Unterschwefeligsaures Natron. Schwefel.

Die Sodarückstände, aus einer Menge verschiedener Schwefelverbindungen bestehend, werden teils als solche auf die Halde gestürzt, teils zum Zwecke ihrer Beseitigung aufgearbeitet.

Zur Herstellung von **unterschwefeligsaurem Natron,** einer Fabrikation, die allerdings nur einen sehr kleinen Teil der Sodarückstände bewältigen kann, werden diese unter öfterem Umschaufeln an der Luft gelagert. Hierbei entsteht in der Masse unterschwefeligsaurer Kalk. Es wird nun ausgelaugt, wodurch dann dieser nebst noch anderen Schwefelverbindungen in Lösung geht. Durch Einleiten von schwefliger Säure (Kiesofengase) werden die anderen Schwefel-

verbindungen auch in Thiosulfate verwandelt. Alsdann wird Glaubersalz zugesetzt, wodurch Natriumthiosulfat entsteht, während Gips ausfällt.

Hauptsächlich jedoch werden die Sodarückstände auf **Schwefel** verarbeitet. Unter den verschiedenen hier in Rede stehenden Verfahren wollen wir nur das am besten zum Ziele führende, das nach Chance und Claus beschreiben. Hiernach werden sie mit Wasser angerührt und in eisernen Zylindern mit Kohlensäuregas aus einem Kalkofen unter Druck behandelt, wobei das Schwefelkalzium in kohlensauren Kalk und Schwefelwasserstoff zerfällt. Das durch Stickstoff verdünnte Schwefelwasserstoffgas wird hiernach mit der entsprechenden Menge an Luft gemischt durch eine aus Eisenoxyd oder Ziegelbrocken bestehende Kontaktmasse geleitet, wobei es zu Schwefel und Wasser verbrennt. Ersterer sublimiert ab und wird in gemauerten Kammern verdichtet. Die nunmehr noch entweichenden Gase enthalten immer etwas Schwefelwasserstoff und namentlich auch schweflige Säure. Um sie hiervon zu befreien, haben sie einen mit Kalkmilch berieselten Turm zu durchströmen, in dem die Schwefelverbindungen absorbiert werden.

Der Schwefel wird entweder als solcher verwendet, oder durch Verbrennen wieder in schweflige Säure verwandelt, die man ihrerseits wieder in den Bleikammern zur Herstellung von Schwefelsäure benutzt, in welchem Falle er dann also einen richtigen Kreislauf durchmacht. Man kann auch den aus den Zersetzungszylindern entweichenden Schwefelwasserstoff, statt ihn erst in Schwefel zu verwandeln, mit mehr Luft unmittelbar zu schwefliger Säure verbrennen und diese dann gleich in die Schwefelsäurekammern

einführen; jedoch ist es sicherer und liefert eine bessere Ausbeute, wenn man den Schwefel zunächst als solchen gewinnt.

---

## Ammoniaksodaverfahren. Bikarbonat.

Lange Zeit war das Sodaverfahren nach Leblanc das einzige, nach dem man im industriellen Massstabe Soda herzustellen vermochte, bis es zuerst Solvay gelang, die Herstellung der Soda mittelst Ammoniaks aus der Theorie in die Praxis überzuführen. Dies Verfahren gründet sich darauf, dass Kohlensäure bei Gegenwart von Ammoniak Kochsalz in wässeriger Lösung zu zerlegen im stande ist, so dass doppeltkohlensaures Natron und Salmiak entstehen. Wenn man nun das, leicht aus der Lösung auskristallisierende, doppeltkohlensaure Natron erhitzt, so zerfällt es in Soda, Kohlensäure und Wasser. Behandelt man ferner die gleichzeitig mit dem Bikarbonat entstandenen Salmiaklaugen mit Kalk, so entsteht Chlorkalzium und freies Ammoniak, das wieder in den Prozess zurückkehrt. Die Hauptschwierigkeit hierbei ist die Wiedergewinnung des Ammoniaks, das als ein verhältnismässig kostbarer Körper nicht in grösseren Mengen verloren gehen darf.

Zur Ausführung des Verfahrens leitet man in die gesättigte und gekühlte Kochsalzlösung Ammoniak ein. Alsdann pumpt man Kohlensäure ein, wobei das schwer lösliche doppeltkohlensaure Natron als solches ausfällt. Dieses wird erhitzt, und die Soda bleibt als neutrales Salz zurück, während die gasförmig entweichende Kohlensäure wieder für die Behandlung weiterer Mengen von Salzsoole dient. Die von dem

doppeltkohlensauren Natron abfiltrierte Salmiaklösung wird, wie schon angedeutet, mit Kalk behandelt. Die entstandene Chlorkalziumlösung kann zum kleinen Teil eingedampft werden, wird aber ihrer Hauptmenge nach als Abfallprodukt beseitigt, da man eben für sie keine Verwendung hat.

In dem Chlorkalzium geht auch der bei Gewinnung der Ammoniaksoda verwendete Kalkstein zur Hälfte verloren; seine Kohlensäure dient zum Karbonisieren der Salzlauge und geht in die Zusammensetzung der Soda selbst ein.

Die Ammoniaksodaindustrie gewinnt demnach aus dem Steinsalz nur das Natrium, während das Chlor als Chlorkalzium verloren geht. Sie arbeitet also in dieser Hinsicht nicht so vorteilhaft, wie das Leblancsodaverfahren, bei dem das Chlor als Salzsäure nutzbar gemacht wird. Letzteres beansprucht aber andererseits an Feuerung und Arbeit einen bedeutend grösseren Aufwand als die Ammoniaksoda. Ferner wandert bei ihm vielfach auch die ganze, zur Herstellung des Sulfats nötig gewesene Schwefelsäure in Gestalt des wertlosen Sodaschlammes auf die Halde; und selbst da, wo man diesen Sodaschlamm nutzbar macht, geschieht es mehr, um ihn los zu sein, als weil dies an sich lohnend wäre. Ferner ist auch die nach dem Ammoniaksodaverfahren hergestellte Soda durchweg reiner als Leblancsoda, die in ihrer Fabrikation reichlich Gelegenheit hat, Verunreinigungen aufzunehmen, namentlich aus dem Kalkstein der Rohsodaschmelze und aus dem Ofenfutter der Schmelzöfen.

Selbstverständlich kann aus der Ammoniaksoda ebenso wie aus der Leblancsoda, durch Kaustizieren mit Ätzkalk auch kaustische Soda hergestellt

werden, die ebenfalls gegenüber der kaustischen Soda nach Leblanc den hier noch mehr als bei der karbonisierten Soda ins Gewicht fallenden Vorzug grösserer Reinheit besitzt.

Auch doppeltkohlensaures Natron als solches wird durch den Ammoniaksodaprozess gewonnen, jedoch wird bei dem geringen Bedarf an diesem Salze nur ein geringer Teil des Bikarbonates als solches verwendet.

---

## Elektrochemische Industrie.

### Herstellung der Soda auf elektrochemischem Wege.

Als dritter Zweig der Sodaindustrie ist neben der Leblancsodaindustrie und der Ammoniaksodaindustrie in den letzten Jahren noch die elektrochemische Herstellung der Soda aufgeblüht, die mit der Entwickelung der ganzen elektrochemischen Industrie aufs engste verbunden ist.

Die Elektrolyse besteht bekanntlich darin, dass man eine zusammengesetzte Flüssigkeit der Wirkung des elektrischen Stromes aussetzt. Indem der Strom die Flüssigkeit durchquert, zerlegt er sie in ihre Bestandteile, und zwar so, dass die metallischen mit dem Strom nach seiner Austrittsstelle, der sogenannten Kathode, gehen, während die nichtmetallischen nach seiner Eintrittsstelle, der Anode, geführt werden. Man nennt dies die Wanderung der Jonen und spricht davon, dass die Flüssigkeit, der Elektrolyt, in ein Kation und ein Anion zerlegt wird.

Für gewöhnlich findet diese Zerlegung durch Elektrolyse bei niederer Temperatur statt, oder doch nur

in mässig erwärmten Flüssigkeiten. Z. B. die Zerlegung der Kochsalzlösung findet in der Weise statt, dass das Chlornatrium in seine beiden Bestandteile, Chlor und Natrium, zerfällt. Das Chlor geht zur Anode und entweicht als solches, worauf es dann auf Chlorkalk weiter verarbeitet werden kann. Das Natrium bleibt nicht als solches bestehen, sondern erleidet durch das Wasser der Lösung noch eine weitere Umsetzung, indem es sich in Ätznatron verwandelt, das dann als solches benutzt oder durch Behandlung mit Kohlensäure auf karbonisierte Soda weiter verarbeitet werden kann. Dies ist in ihren Grundzügen die elektrochemische Sodaindustrie.

Das vorliegend angedeutete Verfahren arbeitet mit Lösungen. Dagegen giebt es auch eine Anzahl von Prozessen, die mit Schmelzen arbeiten. Wenn wir das Kochsalz im geschmolzenen Zustande der Einwirkung des elektrischen Stromes aussetzen würden, so würden wir an der einen Seite (der Anode) Chlor, an der anderen Seite (der Kathode) metallisches Natrium erhalten.

Derartige Verfahren zur feuerflüssigen Elektrolyse sind vielfach vorgeschlagen worden, und manche von ihnen haben sich auch im Betriebe behauptet; aber sobald man das betreffende Erzeugnis auch auf einem anderen Wege darstellen lernte, verschwanden sie vielfach wieder aus der Praxis. Es muss nämlich bei ihnen meistens, um den Inhalt der elektrolytischen Zellen geschmolzen zu erhalten, eine grosse Menge Wärme durch die Wandungen der Zelle von aussen zugeführt werden.

Etwas anderes ist es mit dem **elektrischen Ofen,** bei dem der Strom in einer ganz verschiedenen Weise

als in den beiden vorher besprochenen Beispielen wirkt, und zwar in der Weise, dass er die zu der betreffenden Umsetzung erforderliche Hitze selber erzeugt.

Nehmen wir als Beispiel die Erzeugung des Kalziumkarbids, so geschieht diese in der Art, dass ein Gemenge von Kalk und Koks zwischen Kohlenelektroden und umgeben von einem isolierenden Ofengemäuer der Wirkung des elektrischen Stromes ausgesetzt wird. Durch die Wirkung des hierbei zwischen den Kohlenelektroden auftretenden Lichtbogens wird das Gemisch von Kalk und Kohle zum Schmelzen gebracht und in eine so hohe Temperatur versetzt, dass Kalziumkarbid entstehen kann. Das Wesentliche dieses Vorganges ist die Erzeugung einer ungeheuren Wärmemenge, die sich auf einen verhältnismässig kleinen Punkt vereinigt, und zwar innerhalb des zu erwärmenden Stoffes, ein Vorgang, der nur mittelst des elektrischen Stromes möglich ist, während bei allen anderen Feuerungsarten die Wärmeerzeugung ausserhalb stattfindet, so dass die Wärme, ehe sie auf den betreffenden Stoff einwirken kann, unter starker Verminderung ihrer Wirksamkeit erst noch mehr oder weniger dicke Kessel- oder Tiegelwandungen durchdringen muss.

Kehren wir nun von diesen allgemeinen Betrachtungen wieder zur elektrochemischen Sodaindustrie im Besonderen zurück, so können wir hier zwei in der Art ihrer Ausführung wesentlich von einander unterschiedene Verfahren anwenden, indem wir nämlich mit Diaphragma oder mit Quecksilberkathode arbeiten. Bei ersterem Verfahren wird zwischen Anode und Kathode eine poröse Scheidewand,

eben das **Diaphragma**, in die elektrolytische Zelle eingesetzt, die die Vermischung der beiden durch den Strom in verschiedener Weise veränderten Flüssigkeitsteile verhindern soll. Es zerlegt sich nun das Kochsalz in Chlor an der Anode und Natrium an der Kathode. Ersteres entweicht, letzteres wird durch den Einfluss des Wassers sofort zu Hydroxyd oxydiert. Das Natron bleibt in Lösung und der zugleich entstehende Wasserstoff entweicht als solcher. Er kann nötigenfalls mit dem an der Anode entweichenden Chlor zu Salzsäure vereinigt werden, doch zieht man natürlich vor, letzteres als solches zu benutzen und namentlich auf Chlorkalk zu verarbeiten.

Bei der Arbeit mit **Quecksilberkathoden** dient das Gefäss, in dem sich die zu elektrolysierende Salzlauge befindet, selber als Kathode. Sein Boden ist hierbei mit einer Schicht Quecksilber bedeckt, in das eine nicht poröse Scheidewand von oben her eintaucht. Durch diese wird ein besonderer Teil des Gefässes abgegrenzt, der nicht mit Lauge, sondern mit Wasser gefüllt ist. Indem sich nun unter dem Einflusse des elektrischen Stromes an der Kathode Natrium abscheidet, wird es durch das Quecksilber der weiteren Einwirkung der Lauge entzogen und in Quecksilberamalgan verwandelt. Letzteres gelangt nun durch geeignete mechanische Vorrichtungen in den mit Wasser gefüllten Teil des Gefässes. Durch ein Rührwerk kommt es mit diesem in innige Berührung und zersetzt sich dann hier erst unter Bildung von Ätznatron und Wasserstoff.

Natürlich stimmen die zahlreichen, in Gebrauch befindlichen Apparate zur elektrolytischen Zersetzung von Salzlaugen nur in ihren Grundzügen mit vorstehen-

der Beschreibung überein; im einzelnen weisen sie grosse Verschiedenheiten voneinander auf.

Anoden- und Kathodenraum sind bei elektrochemischen Apparaten meist streng getrennt, so dass also die eine Reihe von Zersetzungszellen durchfliessende Lauge hierbei in zwei getrennten Strömen fliesst, deren einer die Anodenräume, der andere die Kathodenräume durchströmt. Hierdurch werden schädliche Einwirkungen der in den einzelnen Lösungen gebildeten Körper aufeinander vermieden.

Die Ausnutzung der Salzlauge bei der elektrolytischen Zersetzung ist insofern nicht vollständig, als man sie nicht so lange elektrolysieren kann, bis alles in ihnen enthaltene Kochsalz vollkommen zersetzt ist. Man muss vielmehr mit der Zersetzung aufhören, sobald Nebenreaktionen sich bei vermindertem Gehalt der Lauge an Salz in stärkerem Masse geltend machen, und die Stromausbeute zu stark herabgeht. Die Laugen werden alsdann so weit eingedampft, dass sich das in ihnen enthaltene Salz ausscheidet, während Ätznatron in Lösung bleibt. Ersteres kehrt dann wieder in den Kreislauf der Fabrikation zurück; letzteres wird entweder vollends eingedampft oder auch in Laugenform ohne weiteres versandt. Dies ist namentlich für solche Verwendungszwecke der Fall, wo der in ihnen noch enthaltene Salzgehalt nicht schädlich ist, also insbesondere zur Seifenherstellung.

Bei der elektrochemischen Sodaindustrie erstreckt sich demnach die Ausnutzung des Kochsalzes, ebenso wie bei der Leblancsodaindustrie, sowohl auf das darin enthaltene Chlor wie auf das Natrium, so dass also sein ganzer Wert nutzbar gemacht wird. Dagegen stimmt sie mit der Ammoniaksodaindustrie darin über-

ein, dass man hier ohne weiteres Soole verarbeiten kann, diese also nicht erst einzudampfen braucht, sowie dass keine teuren Hilfsstoffe aufgewendet zu werden brauchen, namentlich nicht die bei der Leblancsodaindustrie eine so grosse Rolle spielende Schwefelsäure. Dagegen sind die Aufwendungen an Kraft zur Erzeugung des elektrischen Stromes recht beträchtlich.

Bemerkenswert ist bei dem Vergleich der elektrochemischen Sodaindustrie mit den älteren Zweigen der Sodaindustrie namentlich auch die Vertauschung der Reihenfolge in der Herstellung ihrer Erzeugnisse. Das Verfahren nach Leblanc liefert als Produkte kohlensaures Natron und Salzsäure, aus denen Ätznatron und namentlich auch Chlor erst hergestellt werden müssen. Das Ammoniakverfahren liefert nur kohlensaures Natron, aber gar keine Chlorverbindungen. Das elektrolytische Verfahren dagegen liefert unmittelbar Ätznatron und Chlor; kohlensaures Natron und Salzsäure müssten aus diesen wertvolleren Erzeugnissen erst gewonnen werden. In der Tat wird denn auch gelegentlich aus dem elektrolytisch gewonnenen Ätznatron durch Behandeln mit Feuergasen kohlensaures Natron hergestellt.

Eine Herstellung von chlorsaurem Kali aus elektrolytisch gewonnenem Chlor findet nicht statt, da man bei Verwendung der Elektrolyse chlorsaures Kali weit vorteilhafter aus Chlorkaliumlösungen unmittelbar herstellt.

## Weitere Erzeugnisse der elektrochemischen Industrie.

Die im Vorhergehenden beschriebenen Verfahren der elektrochemischen Industrie gelten nicht nur für

die Zerlegung des Kochsalzes, sondern namentlich auch **für die Gewinnung von Ätzkali** und **Chlor** aus Chlorkalium, eine namentlich im Anschluss an die deutsche Kaliindustrie betriebene Fabrikation von bedeutendem Umfange.

Elektrolysiert man Chloralkalien unter anderen als den angegebenen Bedingungen, namentlich auch ohne Diaphragma, so kann man je nach den Umständen **Chlorate, Perchlorate** oder **unterchlorigsaure Alkalien** herstellen. Ferner gehören auch überkohlensaure, übermangansaure und viele andere Salze zu den Erzeugnissen der Elektrolyse.

Durch die elektrolytische Herstellungsweise sind viele Salze erst industriell zugänglich geworden, die früher kaum oder auch gar nicht dargestellt wurden. Dahin gehören **chlorsaures Natron** statt des früher fast allein dargestellten chlorsauren Kalis, **übermangansaurer Kalk** statt bisher ausschliesslich gewonnenen übermangansauren Kalis, **überkohlensaure, überschwefelsaure** und andere **Salze** mehr.

**Bleichlauge** wird heutzutage durch Elektrolyse von Kochsalzlösungen dargestellt, indem man dabei auf die Entstehung von unterchlorigsaurem Natron hinarbeitet. Auch aus Meerwasser werden derartige Lösungen erhalten, indem sich hierbei namentlich das im Meerwasser enthaltene Kochsalz und Chlormagnesium zersetzen. Hierdurch ist die frühere Herstellung von Bleichlauge (Eau de Javelle und Eau de Labarraque) durch Einleiten von Chlor in Lösungen kohlensauren Kalis und Natrons fast verdrängt worden.

Auch zur Reinigung von schlechtem Wasser bedient man sich der elektrochemischen Zersetzung der

darin enthaltenen oder ihm eigens zu diesem Zwecke zugesetzten Stoffe.

**Ozon** wird auch auf elektrischem Wege hergestellt, aber nicht durch Elektrolyse, sondern durch stille elektrische Entladung aus atmosphärischer Luft, deren Sauerstoff sich indessen nie vollständig, sondern nur bis zu einem gewissen Bruchteil in Ozon verwandeln lässt. Es findet in der Bleicherei ausgedehnte Verwendung.

---

## Kaliindustrie. Chlormagnesium. Pottasche.

Während sich das Chlornatrium in so grosser Menge rein findet, dass es den alleinigen Ausgangsstoff für die fabrikmässige Darstellung von Natronverbindungen liefert, kommt das Kali in einer ganzen Menge verschiedener sich miteinander und mit den Salzen namentlich des Magnesiums zusammenfindender Salze vor. Die Rohsalze, die von den Kalibergwerken geliefert werden — früher meist Abraumsalze genannt — enthalten im Durchschnitt etwa 16% Chlorkalium. Ihre weitere Verarbeitung beruht auf der verschiedenen Löslichkeit der einzelnen Salze, von denen insbesondere der Karnallit ($KCl . MgCl_2 . 6H_2O$) bedeutend löslicher ist als Kieserit ($MgSO_4 . H_2O$) und Steinsalz. Namentlich tritt dieser Unterschied in der Wärme hervor, da das Steinsalz im Gegensatz zu den meisten anderen Salzen in heissem Wasser nicht löslicher ist als in kaltem. In wässeriger Lösung zerfällt der Karnallit in **Chlorkalium** und Chlormagnesium. Ersteres scheidet sich in kleinen Kristallen aus, während letzteres gelöst bleibt. Erst gegen Ende des Erkaltens scheidet sich wieder Chlorkalium in Verbin-

dung mit Magnesium als sogenannter künstlicher Karnallit ab.

Man dampft alsdann die Mutterlauge ein, wobei sich Chlornatrium und Chlormagnesium nebst Gips abscheiden. Durch wiederholtes Erkaltenlassen erhält man noch eine zweite Kristallisation von Chlorkalium.

Das von der ersten Fällung herrührende Chlorkalium ist ziemlich unrein; es gelangt mit einem Gehalte von 80—85% Chlorkalium unmittelbar in den Handel. Das Chlorkalium der zweiten Kristallisation ist reiner und enthält etwa 90%. Aus den Mutterlaugen kann man Chlormagnesium sowie Brom gewinnen.

**Schwefelsaures Kali** wird aus dem Kainit ($K_2SO_4 . MgSO_4 MgCl_2 . 6H_2O$) gewonnen, indem dieser an kaltes Wasser Chlormagnesium abgiebt, während schwerlösliches Kalium-Magnesiumsulfat zurückbleibt. Diesem kann schon durch blosses Auslaugen mit kaltem Wasser das Magnesiumsulfat entzogen werden. Besser zersetzt man das Doppelsalz durch Chlorkalium. Hierbei fällt unter diesen Umständen schwerlösliches Kaliumsulfat aus, während Chlormagnesium und überschüssiges Chlorkalium in Lösung bleiben.

Der bei der Zersetzung des Karnallits zurückbleibende Rückstand besteht im wesentlichen aus Steinsalz, Kieserit ($MgSO_4 . H_2O$), Chlorkalium, Chlormagnesium, Anhydrit ($CaSO_4$) und Boracit ($6MgO . 8B_2O_3 . MgCl_2$). Aus ihm werden zunächst die als solche leicht kenntlichen Boracitstücke ausgelesen. Alsdann wird er vielfach zur Gewinnung eines unreinen, namentlich stark gipshaltigen Kieserits, des sogenannten Blockkieserits, benutzt.

Mitunter dient er auch zur Gewinnung **kristal-**

**lisierten Glaubersalzes** ($Na_2SO_4.10H_2O$), indem man sich hierbei auf die geringe Löslichkeit des schwefelsauren Natrons bei niederer Temperatur stützt. Während bei höherer Temperatur aus gewissen Lösungen Kochsalz auskristallisiert, so kristallisiert bei niederer Temperatur, etwa beim Gefrierpunkt, Glaubersalz aus ihnen aus. Die Glaubersalzgewinnung durch Auskristallisieren findet deshalb nur im Winter statt. Es wird durch Umkristallisieren gereinigt. Man stellt es dann auch durch Erhitzen wasserfrei dar und gebraucht es dann für manche Zwecke, für die das nach dem Leblancsodaverfahren erhaltene Sulfat zu unrein sein würde. Insbesondere dient es wegen seiner Freiheit von Eisen zur Herstellung besserer Glassorten.

Die grossen Mengen von **Chlormagnesium**, die bei der Verarbeitung der Stassfurter Salze sich ergeben, können nur zum geringsten Teil aufgearbeitet werden, da für dieses Salz keine so ausgedehnte Verwendung besteht. Man kann die Laugen eindampfen und sie dann in eiserne Trommeln füllen, wo sie mit 6 Molekülen Kristallwasser erstarren. Wasserfrei kann man das Salz nicht erhalten, vielmehr zersetzt es sich bei weiterem Eindampfen unter Freiwerden von Salzsäure und Chlor.

Es wären demnach die Gewinnung von **Salzsäure** durch Erhitzen von wasserhaltigem Chlormagnesium, sowie diejenige von **Chlor** durch Erhitzen von Magnesiumoxychlorid im Luftstrom sehr einfache Verfahren, die aber in der praktischen Handhabung schwierig sind und ausserdem sehr viel Heizstoff verbrauchen, so dass in der That nur verhältnismässig geringe Mengen Chlormagnesium auf Salzsäure oder Chlor verarbeitet werden. Die Verwendung des Chlormagne-

siums ist wesentlich die als sogenannte Schlichte in der Baumwollweberei, indem es dazu dient, die Fäden feucht und geschmeidig zu erhalten.

Die Kalisalze dienen hauptsächlich in der Landwirtschaft als Dünger. Ausserdem dient namentlich noch das Chlorkalium auch zur Darstellung der verschiedenen anderen, in der chemischen Industrie benötigten Kalisalze. Von der elektrolytischen Zerlegung des Chlorkaliums war schon die Rede.

Auch **Pottasche** wird heute wesentlich aus Chlorkalium dargestellt, während sie früher — aus Pflanzenasche gewonnen — ihrerseits als Ausgangsstoff für die gewerblich benutzten Kaliverbindungen diente. Die Pottasche wird auf verschiedenen Wegen gewonnen.

Der eine Weg, der sich der beschriebenen Industrie aufs engste anschliesst, besteht darin, dass man eine wässerige Lösung von Chlorkalium mit kohlensaurer Magnesia behandelt und zugleich weitere Kohlensäure einleitet. Es entsteht dann ein schwerlösliches Doppelsalz, Kalium-Magnesium-Bikarbonat, $KMgH(CO_3)_2.4H_2O$. Dieses wird mittelst einer Lösung von doppeltkohlensaurer Magnesia ausgewaschen, um es vor Zersetzung zu behüten. Hierauf wird es mit Wasser unter 5 Atmosphären Druck erhitzt, so dass die Magnesia als basisches Karbonat ausfällt, freigewordene Kohlensäure in Gasform entweicht und — sehr reine — Pottasche in Lösung bleibt.

Ferner stellt man Pottasche nach dem Leblancsodaverfahren aus Chlorkalium her, indem man dieses mittelst Schwefelsäure in Kaliumsulfat und Salzsäure zerlegt, worauf dann ersteres mit Kalkstein und Kohle zur Gewinnung des kohlensauren Kalis geschmolzen wird.

Drittens wird Pottasche gewonnen, indem man Chlorkalium, wie bereits erwähnt, elektrolytisch zersetzt und die erhaltene Kalilauge mit Verbrennungsgasen karbonisiert, ein Verfahren, das im Anschluss an die elektrochemische Chlorindustrie mitunter ausgeführt wird.

Die ursprüngliche Art und Weise der Pottaschegewinnung war die aus Holzasche. Sie ist heute noch in Russland und einigen Teilen Österreich-Ungarns üblich. Naturgemäss ist sie äusserst unwirtschaftlich, da ungeheure Mengen Holz aufgeopfert werden müssen, um nur geringe Mengen von Pottasche zu gewinnen. 100 Teile Holz geben etwa 0,2—2 Teile Asche mit etwa 20—25% Kali. Die Zusammensetzung der Holzpottasche ist je nach der Herkunft, nach der Art der betreffenden Pflanzen, nach dem Boden, worauf diese gewachsen sind, und nach der Art und Weise der Herstellung äusserst verschieden. Sie löst sich in Wasser für gewöhnlich nur zu einer trüben Lösung auf.

Weiter wird Pottasche noch aus Schlempekohle gewonnen, dem Glührückstand der Rübenzuckermelasse. Diese ist heutzutage eine äusserst wichtige Quelle für Pottasche und vermittelt namentlich die Wiedergewinnung eines Teiles der auf den Rübenbau verwendeten Düngemittel, da bekanntlich die Zuckerrüben grosse Mengen an Kalidünger erfordern.

Auch aus Wollschweiss wird gegenwärtig recht viel Pottasche gewonnen. Die rohe Schafwolle wird in eigenen Wollwäschereien gereinigt. Sie enthält mehr als die Hälfte ihres Gewichtes an Schweiss und Schmutzstoffen, und unter diesen etwa ein Drittel an löslichen Kalisalzen.

Aus Pottasche kann man durch Kochen mit Kalk ebenso **Ätzkali** herstellen, wie man aus Sodalösung auf entsprechende Weise Ätznatron gewinnt. Indessen ist die Gewinnung des Ätzkalis auf diese Weise heutzutage nicht mehr lohnend, seitdem die elektrolytische Zerlegung des Chlorkaliums dieses unmittelbar in Ätzkali und Chlor zu zersetzen gestattet.

---

## Künstliche Düngemittel.

Früher glaubte man, dass Pflanzen sowohl wie Tiere eigentlich ausschliesslich aus den Elementen Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff — nebst Schwefel und Phosphor — sich aufbauten, und dass die anderen in ihnen enthaltenen Bestandteile, die man als Aschenbestandteile zusammenfasste, nur als zufällig darin vorkommend anzusehen seien. Man lernte aber mit der Zeit einsehen, dass auch Natron, Kali, Magnesia, Kalk, Eisenoxyd, Kieselsäure, Chlor u. s. w. keineswegs etwas Nebensächliches bedeuten, sondern zum Gedeihen der Pflanzen unumgänglich nötig seien.

Von Natur enthält ziemlich jeder Boden so viel von den genannten Nährsalzen, wie für die auf ihm freiwillig wachsenden Pflanzen ausreicht, und der mit der Zeit sich einstellende Mehrbedarf wird durch die fortschreitende Verwitterung der Gesteine unter dem Einfluss von Wasser und Luft löslich gemacht. Jedoch stellte allmählich der zunehmende Anbau des Bodens grössere Ansprüche, so dass die Verwitterung der Gesteine nicht mehr als Nährquelle für die Pflanzen ausreichte. Man kam deshalb früh-

zeitig darauf, den zu landwirtschaftlichen Zwecken dienenden Boden gewisse Zeiten brach liegen zu lassen, um so Zeit für die Ansammlung löslicher Salze zu gewinnen. Man führte ferner die sogenannte Fruchtfolge ein, die auf der Thatsache beruhte, dass einzelne Pflanzen eine grössere Vorliebe für gewisse, andere Pflanzen dagegen einen grösseren Bedarf an anderen Nährstoffen haben, so dass man z. B. nach einer namentlich Kali, aber weniger Phosphorsäure bedürfenden Pflanze eine solche anbaute, die weniger Kali, aber mehr Phosphorsäure nötig hatte.

Ausser den eigentlichen Nährsalzen sind ferner noch die Stickstoffverbindungen für die Pflanzen von grösster Wichtigkeit. Nur wenige Pflanzen vermögen Stickstoff unmittelbar aus der atmosphärischen Luft aufzunehmen, und auch diese nur in beschränktem Massstabe. Man half sich damit, dass man die sogenannte Gründüngung einführte, indem man zur unmittelbaren Stickstoffaufnahme befähigte Pflanzen anbaute, sie dann nicht aberntete, sondern sie unterpflügte, um dem Boden so Stickstoff einzuverleiben.

Was nun zunächst die Herstellung der wichtigsten Kunstdüngerarten, der **Superphosphate**, anbetrifft, so finden sich in der Natur an vielen Stellen Gesteine, die im wesentlichen aus Apatit bestehen, das ist aus einer Verbindung von der Zusammensetzung $Ca_5(PO_4)_3Cl$ oder $Ca_5(PO_4)_3F$. Diese Chlorapatite oder Fluorapatite, vielfach auch irrtümlicherweise als Tricalciumphosphat, $Ca_3(PO_4)_2$, bezeichnet, werden mit Schwefelsäure aufgeschlossen. Es bildet sich hierbei unter Entweichen von Salzsäure oder Flusssäure dreifach-phosphorsaurer Kalk, auch Monocalciumphosphat genannt, im Gemisch mit Gips, welche Mischung Superphosphat heisst.

Die zum Aufschliessen verwendeten Phosphate kommen heutzutage meistens aus Florida. Die Schwefelsäure wird als Kammersäure benutzt, das heisst in der Stärke, wie sie aus der Schwefelsäure-Bleikammer abfliesst. Man misst davon so viel ab, dass auf ein Molekül Kalkphosphat, als $Ca_3(PO_4)_2$ berechnet, zwei Moleküle Schwefelsäure kommen, dass aber Eisen, Tonerde und sonstige basische Bestandteile in neutrale Sulfate umgewandelt werden. Die frischen Superphosphate werden alsdann getrocknet und gemahlen, worauf sie zum Aufstreuen fertig sind.

Das gewöhnliche Superphosphat enthält seiner Herstellung nach viel Gips und nur etwa 14—18% wasserlösliche Phosphorsäure. Will man es mit einem höheren Gehalt an dieser herstellen, so nimmt man das Aufschliessen nicht mit Schwefelsäure, sondern mit Phosphorsäure vor, so dass ein 40—50% Phosphorsäure ($P_2O_5$) enthaltendes **Doppelsuperphosphat** entsteht.

Die bei der Zersetzung der Phosphorite sich entwickelnden s a u r e n G a s e sind eine äusserst schädliche Belästigung für die Umgegend, weshalb man sie neuerdings nicht mehr ins Freie entweichen, sondern in geeigneten Vorrichtungen, insbesondere in mit Wasser berieselten und mit Quarzstücken gefüllten Türmen sich niederschlagen lässt. Durch ersteres wird die Salzsäure, durch letzteres namentlich die Flusssäure gebunden, die sich dabei in Kieselfluorwasserstoff, $H_2SiF_6$, verwandelt.

Beim Lagern der Superphosphate tritt eine Erscheinung ein, die man als Z u r ü c k g e h e n bezeichnet, indem sich durch Umsetzungen mit den Verunreinigungen des Phosphates Dicalciumphosphat, $CaHPO_4$,

bildet, das in Wasser nicht mehr löslich ist. Die zurückgegangene Phosphorsäure ist jedoch nicht wertlos, sondern wandelt sich im Boden wieder in eine den Pflanzen erreichbare Verbindung der Phosphorsäure um. Da sie in citronensaurem Ammonium löslich ist und auf diesem Wege analytisch bestimmt wird, so nennt man sie auch zitratlösliche Phosphorsäure.

Eine besondere Art der Phosphorsäuredünger bildet das **Thomasmehl.** Bei der Gewinnung von Flusseisen nach dem Verfahren von Thomas und Gilchrist entsteht nämlich eine etwa 12—23% Phosphorsäure enthaltende, wesentlich aus Kalkphosphat bestehende Schlacke, die, wenn sie genügend fein gemahlen ist, ohne weiteres ein gutes Phosphorsäuredüngemittel darstellt. Sie enthält die Phosphorsäure zwar nicht in wasserlöslicher, aber zum grossen Teil in zitratlöslicher Form, zum Teil allerdings auch unlöslich.

Als weiteres Düngemittel sind zunächst die **Knochen** zu erwähnen, die dadurch den eigentlichen Phosphaten aufs nächste verwandt sind, dass sie, abgesehen von ihren organischen Bestandteilen, neben kohlensaurem Kalk wesentlich aus phosphorsaurem Kalk bestehen. Sie werden zum Teil ohne weiteres gemahlen und als Dünger benutzt, zum Teil aber auch — nach erfolgter Entleimung — in Superphosphat übergeführt. Wird Knochenmehl als solches zum Düngen benutzt, so ist es wegen seines mit dem Phosphorsäuregehalt vereinigten Stickstoffgehaltes ein besonders wertvoller Dünger. Im allgemeinen sind allerdings Knochen als solche zum Düngen zu teuer.

Auch der **Guano** schliesst sich hier an, der früher in grossen Mengen auf gewissen südamerikanischen

Inseln gewonnen wurde, aber jetzt ziemlich erschöpft ist. Es war ebenfalls nicht nur ein Phosphorsäuredünger, sondern auch zugleich stickstoffhaltig. Er enthält etwa ein Viertel seines Gewichts an phosphorsaurem Kalk und ein Achtel an Stickstoff. Die geringen Sorten, die heute noch gewonnen werden, enthalten dagegen keinen Stickstoff mehr und werden, ebenso wie die Knochen, meistens erst mit Schwefelsäure aufgeschlossen.

Als eigentliche Stickstoffdünger dienen namentlich **Chilisalpeter,** salpetersaures Natron und **schwefelsaures Ammoniak,** die sich in ihrem Wirkungswerte ungefähr gleichstehen. Ersterer kommt von der Westküste Südamerikas, letzteres wird aus dem sogenannten Gaswasser gewonnen, das bei der Reinigung des Leuchtgases abfällt.

Wie bereits angedeutet, besitzen ferner manche Pflanzen die Fähigkeit, Stickstoff aus der Luft unmittelbar aufzunehmen; hierzu gehören insbesondere die Leguminosen. Man hat die Stickstoffaufnahme durch die Pflanzen unmittelbar auch dadurch zu fördern gesucht, dass man den Boden mit gewissen **Bakterien** impfte; jedoch haben die dahin zielenden Versuche bis jetzt noch keine Erfolge aufzuweisen gehabt.

Was schliesslich die **Kalidünger** anbetrifft, so liefern die Stassfurter Kalilager grosse Mengen davon. Namentlich werden Karnallit, Kainit, Kaliummagnesiumsulfat und Kaliumsulfat in verschiedenen Graden der Reinheit als solche verwendet.

Von gemischten Düngern kommen namentlich **Ammoniaksuperphosphate** in den Handel, das sind Mischungen von Superphosphat mit schwefelsaurem Am-

moniak. Auch phosphorsaures Ammoniak gehört hierher.

Kalk und Mergel gehören gleichfalls zu den künstlichen Düngemitteln, wenngleich sie als solche nicht besonders hergestellt werden, sondern überall zugänglich sind.

---

# Verschiedene Verbindungen aus dem Gebiete der anorganischen Chemie.

## Phosphor, Schwefel und ihre anderweitig nicht besonders besprochenen Verbindungen.

Wir haben vorhin bei der Betrachtung der Herstellungsweise der Superphosphate gesehen, wie sich bei dem Aufschliessen der Phosphate mit Schwefelsäure ein Gemisch von Gips und saurem phosphorsaurem Kalk ergibt. Wenn man mit mehr Schwefelsäure aufschliesst, den Gips mittelst einer Filterpresse entfernt und die, freie Phosphorsäure sowie sauren phosphorsauren Kalk enthaltende Lösung eindampft, sie hierauf mit Kohle vermischt und bei Glühhitze aus tönernen Retorten destilliert, so geht freier Phosphor über, der unter Wasser aufgefangen und durch abermalige Destillation gereinigt wird. Auf diese Weise erhält man **gelben Phosphor.** Indem man diesen in eisernen Kesseln längere Zeit unter Luftabschluss auf etwa 250° C. erhitzt, verwandelt er sich in **roten Phosphor,** der dann noch durch Ausziehen mittelst Schwefelkohlenstoff und Auskochen mit Natronlauge gereinigt wird. Seit einigen Jahren wird Phosphor auch im elektrischen Ofen hergestellt, indem man ein Gemenge aus phosphorsaurem Kalk, Kieselerde und Kohle darin erhitzt.

Wenn man in der erst beschriebenen Fabrikation des Phosphors nur bis zur Fabrikation der **Phosphorsäure** vorschreitet, indem man diese von den festen Verunreinigungen abpresst und dann eindampft, so erhält man freie Phosphorsäure als eine sirupartige Masse, die als solche in den Handel kommt. Da sie Porzellangefässe sehr stark angreift, so wird das Eindampfen, ebenso wie das der Schwefelsäure, in bleiernen Schalen vorgenommen.

Sogenannte wasserfreie Phosphorsäure, **Phosphorsäureanhydrid**, kann nicht durch Eindampfen wässeriger Phosphorsäure erhalten werden, ebenso wie auch die Herstellung von Schwefelsäureanhydrid durch Eindampfen wässeriger Schwefelsäure nicht möglich ist. Sie wird vielmehr unmittelbar durch Verbrennen von Phosphor dargestellt, der sich dabei in einen weissen Nebel von Phosphorsäureanhydrid verwandelt.

Wird die nach dem vorletzten Verfahren zunächst erhaltene verdünnte wässerige Lösung von roher Phosphorsäure und saurem phosphorsauren Kalk mit Soda gesättigt, so entsteht, während gleichzeitig der Kalk und die sonst noch darin enthaltenen Verunreinigungen ausgefällt werden, eine Lösung von **phosphorsaurem Natron**, $Na_2HPO_4(H_2O)_{12}$, das durch Eindampfen und Auskristallisieren gewonnen wird und das namentlich in Färbereien Verwendung findet.

Durch Behandeln von Phosphor mit Chlor entstehen die **Phosphorchloride**, Phosphorpentachlorid, $PCl_5$, Phosphortrichlorid, $PCl_3$, sowie auch, in Verbindung mit Phosphorpentoxyd, Phosphoroxychlorid, $POCl_3$. Die Phosphorchloride finden in der Industrie der Teerfarben vielfache Anwendung.

Was den Schwefel anbetrifft, so haben wir be-

reits gehört, dass er in der Natur als solcher vorkommt, sowie dass er aus den Rückständen der Leblancsodaindustrie gewonnen wird. Von seinen Verbindungen ist hier namentlich der **Schwefelkohlenstoff** zu erwähnen, der durch Destillation von Schwefel über glühende Kohlen erzeugt wird.

## Brom und Jod.

Das **Brom** wird in Verbindung mit der Stassfurter Kaliindustrie gewonnen, da die Stassfurter Abfalllaugen (Chlormagnesiumlaugen) etwa 3 kg davon im cbm enthalten. Es wird hieraus entweder durch Einleiten von Chlor oder durch Elektrolyse in Freiheit gesetzt.

Das **Jod** findet sich ebenfalls in Mutterlaugen, und zwar in den bei der Gewinnung des Natronsalpeters in Chili abfallenden Laugen. Diese werden mit saurem schwefligsauren Natron, sogenanntem Bisulfit, versetzt, wodurch das Jod als solches ausfällt.

## Borax und Borsäure.

Zur Herstellung der Borverbindungen diente früher ausschliesslich die in Toskana natürlich vorkommende Borsäure, die dort, mit Wasserdämpfen gemischt, aus dem Erdboden entweicht. Sie wird auf sehr einfache Weise gewonnen, indem man die Dämpfe niederschlägt und die erhaltene wässerige Borsäurelösung mit Soda versetzt, so dass Borax entsteht, der auskristallisiert. Hieraus kann dann wiederum durch Einwirkung von Salzsäure die Borsäure in Freiheit gesetzt werden.

Neuerdings sind auch in Nordamerika, in Süd-

amerika und Kleinasien grosse Lager an Boraxmineralien entdeckt worden, die verschiedene Salze der Borsäure enthalten und in grossem Massstabe verarbeitet werden. Der in Stassfurt vorkommende Borazit wurde bereits bei Gelegenheit der Kaliindustrie erwähnt. Er findet sich indessen nur in geringer Menge und ist keine wichtige Quelle für Borsäure. Die Boraxsalze werden auf Borsäure durch Zersetzung mit Salzsäure verarbeitet. Aus der freien Borsäure wird dann mittelst Soda Borax gewonnen.

### Wasserglas. Schwefelnatrium.

Nicht viel mehr als den Namen mit Glas hat das **Wasserglas** gemein, das nicht wie jenes aus einer Reihe von Silikaten verschiedener einwertiger und zweiwertiger Metalle zusammengesetzt ist, sondern nur aus den Silikaten eines Alkalimetalles besteht und je nachdem Kali- oder Natronwasserglas ist. Es wird erhalten, indem man Salze des betreffenden Alkalis mit Kieselerde zusammenschmilzt. Es kommt meist in konzentrierter, wässeriger Lösung in den Handel.

Wasserglas wird zur Herstellung von wetterfesten und feuersicheren Anstrichen, wie auch in der Färberei benutzt. Da es durch Säuren sehr leicht zersetzlich ist, insbesondere auch schon durch die Einwirkung schwacher organischer Säuren zerfällt, so wird es auch als Waschmittel benutzt und zum Versetzen von Seife verwendet, deren Güte es allerdings wesentlich verringert.

Ähnlich wird auch **Schwefelnatrium** durch Erhitzen von Sulfat mit Kohle unter Luftabschluss erhalten.

**Kalkverbindungen. Mörtel. Kalksandstein. Zement. Gips. Sulfit. Kalziumkarbid.**

Von den Verbindungen des Kalkes ist die wichtigste der natürlich vorkommende **kohlensaure Kalk**, der durch Brennen in Öfen in **Ätzkalk** übergeführt wird. Hierzu dienen Öfen von sehr verschiedener Bauart, deren beste mit Gasfeuerung eingerichtet sind und ununterbrochen arbeiten. Der gebrannte Kalk findet in der Industrie vielfache Anwendung und dient namentlich auch zur Herstellung anderer Oxyde, wie z. B. der Alkalien.

Auch macht er einen wesentlichen Bestandteil des **Mörtels** aus, der aus einem Gemisch von gelöschtem Kalk und Sand besteht. Am besten enthält der hierzu dienende Sand ausser Quarz auch noch etwas verwitterte Silikate, wodurch das Erhärten befördert wird. Dies erfolgt zunächst durch blosse Eintrocknung des Gemisches, dann aber infolge von Kohlensäureaufnahme und gleichzeitiger Abgabe von zuerst chemisch gebundenem Wasser, während nur in sehr untergeordnetem Masse auch weitere Wechselwirkungen zwischen Kalk und Sand unter Bildung von Silikaten stattfinden.

Eine scheinbar ähnliche, aber im Grunde doch sehr verschiedene Zusammensetzung wie Mörtel haben die **Kalksandsteine**, die aus gelöschtem Kalk und Sand gepresst werden. Durch Erhärtenlassen in mit hoch gespanntem Dampf gefüllten Räumen erlangt dann die Mörtelmasse sehr rasch eine solche Festigkeit, dass die fertigen Kalksandsteine selbst guten gebrannten Tonziegeln in nichts nachstehen. Im Gegensatz zum Mörtel, der aus Sand und kohlensaurem

Kalk besteht, bestehen die Kalksandsteine aus Sand und kieselsaurem Kalk.

Unter Wasser kann man den gewöhnlichen Mörtel nicht verwenden, weil hier das Wasser den Kalk lösen würde. In solchem Falle verwendet man Zemente, deren man drei Klassen unterscheiden kann, nämlich den eigentlichen **Portlandzement**, den zuerst dargestellten **Romanzement** sowie ferner noch den **Wasserkalk.**

Der wichtigste Zement ist der Portlandzement, der durch Brennen einer innigen Mischung von Kalk und tonhaltigen Rohstoffen bis zur Sinterung und durch darauffolgende Zerkleinerung der gebrannten Masse bis zur Mehlfeinheit entstanden ist. Die zur Zementmischung dienenden Stoffe werden vorgetrocknet, fein gemahlen, gesiebt, gemischt und mit wenig Wasser zu Ziegeln gepresst. Beim Brennen werden dann die Tone durch den Kalk aufgeschlossen, und es entstehen durch Salzsäure leicht zerlegbare, stark basische Kalksilikate und Verbindungen von Kalk mit Tonerde. Die Ziegel werden dann zerkleinert und gemahlen und das Zementpulver in Säcke gefüllt.

Romanzement ist nicht so stark gebrannt wie der Portlandzement, und wird aus mergeligen Kalksteinen hergestellt. Die Herstellung ist der des Portlandzements ähnlich, aber einfacher. Auch der Romanzement erreicht nach dem Abbinden eine bedeutende Festigkeit, wenn sie auch nicht mit der des Portlandzements zu vergleichen ist.

Wasserkalk heisst stark tonhaltiger gebrannter Kalk und ist ein Mittelding zwischen gewöhnlichem gebrannten Kalk und Romanzement.

Hieran schliessen sich die **Puzzolane** an, kiesel-

säurereiche, kalkarme Zemente, die aus vulkanischen Gesteinen unter Zusatz von gelöschtem Kalk hergestellt werden. Namentlich dient zu ihrer Herstellung der sich in der Eifel findende Tuffstein, der gemahlen als Trass bekannt ist.

Der lockere Bimssand, der sich bei Neuwied am Rhein findet, gibt die sogenannten **Schwemmsteine,** indem er einfach mit Kalkmilch angemacht, in Formen geschlagen und an der Luft erhärten gelassen wird.

Auch die Hochofenschlacke, die als Kalktonerdesilikat bezeichnet werden kann, wird ähnlich wie natürliche Steine zur Herstellung von Zement verwendet. Neuerdings ist ihre Verarbeitung hierauf ein umfangreicher Nebenzweig der Hochofenindustrie geworden. Guter **Eisenportlandzement** soll anderweitigem Portlandzement nichts nachgeben und ist namentlich nicht mit sogenanntem **Schlackenzement** zu verwechseln, das ist mit einem auf kaltem Wege hergestellten Gemische aus Schlackensand und gelöschtem Kalk.

Hier schliessen sich auch die sogenannten **Schlackensteine** an, die dadurch hergestellt werden, dass man die noch heisse Hochofenschlacke durch Einfliessenlassen in einen Wasserstrom körnt, worauf man den so erhaltenen Schlackensand nach Zumischung von gelöschtem Kalk unter hohem Druck zu Steinen presst.

Von weiteren Kalkverbindungen ist zunächst noch der **Gips** zu nennen, der in der Natur in wasserhaltigem Zustande vorkommt und durch vorsichtiges Brennen entwässert wird, so dass er befähigt bleibt, beim Anrühren mit Wasser wieder unter Wasseraufnahme zu erhärten.

**Sulfit,** saurer schwefelsaurer Kalk, entsteht durch

Aufnahme von schwefliger Säure in mit Wasser berieselten und mit Kalkstein ausgesetzten, oder in mit beliebigem Material ausgesetzten und mit Kalkmilch berieselten Türmen. Es wird meist in unmittelbarer Verbindung mit der Herstellung von Papier aus Holzfaser erzeugt, bei der es verwendet wird.

Das **Kalziumkarbid** ist eine mit Hilfe des elektrischen Stromes erzeugte Verbindung von Kalzium und Kohlenstoff, dadurch erhalten, dass man Kalk und Koks im elektrischen Ofen erhitzt. Es wird in sehr grossem Massstabe hergestellt, da es zur Gewinnung des Azetylens dient, von dem bei Gelegenheit der Gasbeleuchtung noch die Rede sein wird.

### Verbindungen des Baryums und verwandter Stoffe.

Natürlich vorkommende Barytverbindungen sind namentlich Baryumsulfat oder **Schwerspat** und Baryumkarbonat oder **Witherit.** Besonders dient ersterer als Hauptausgangsmaterial für die Gewinnung von anderen Baryumverbindungen. Hier ist zunächst das **Chlorbaryum** zu nennen, das in Sodafabriken mit Hilfe der dort an verschiedenen Stellen abfallenden Chlorkalziumlauge erzeugt wird. Es werden Schwerspat, Kohle und Chlorkalzium miteinander geglüht, wobei ein der Rohsoda ähnliches, mit Schwefelkalzium gemischtes Rohchlorbaryum entsteht, das dann ganz dem bei der Sodafabrikation üblichen Verfahren entsprechend gereinigt und eingedampft wird.

Wird die Chlorbaryumlauge mit Glaubersalzlösung ausgefällt, so entsteht gefälltes schwefelsaures Baryum, auch Blancfix, Permanentweiss genannt, das als Anstrichfarbe dient.

Arbeitet man bei der Aufarbeitung des Schwerspates nicht auf Chlorbaryum, sondern auf Schwefelbaryum, also ohne Zusatz von Chlorkalziumlauge, so erhält man Schwefelbaryumlösung, die zur Herstellung der sogenannten **Lithopone** dient, indem man sie mit schwefelsaurem Zink ausfällt. Bei dieser Umsetzung entstehen nur unlösliche Salze. Es geht hierbei nämlich sowohl sämtliches Zink wie sämtliches Baryum in den Niederschlag, der demnach aus einem Gemisch von schwefelsaurem Baryum und von Schwefelzink besteht. Die Lithopone findet als Anstrichfarbe ausgedehnte Verwendung.

Verwendet man statt schwefelsauren Zinks in Wasser aufgeschlemmtes Zinkoxyd zum Zersetzen von Schwefelbaryumlösung, so entsteht neben Schwefelzink **Barythydrat.**

Aus Chlorbaryum und Natronsalpeter entsteht Baryumnitrat, das als Rohstoff zur Herstellung des **Baryumsuperoxydes** dient. Es wird dazu in Tiegeln geglüht, wobei die Salpetersäure entweicht, während aus darüber geleiteter heisser, trockener, kohlensäurefreier Luft Sauerstoff aufgenommen wird.

Aus dem Baryumsuperoxyd werden dann andere Superoxyde, wie Natriumsuperoxyd und Wasserstoffsuperoxyd hergestellt.

Baryumkarbonat wird in Gestalt von Witherit mitunter statt Kalk oder Bleioxyd in der Glasfabrikation benutzt.

Die **Strontianverbindungen** sind denen des Baryums sehr ähnlich, aber im allgemeinen ohne technische Wichtigkeit. Eine Ausnahme macht nur ihre Verwendung zur Entzuckerung der Melasse, auf die bei Gelegenheit der Zuckerindustrie noch hingewiesen wird.

Das **Radium** und die ihm nahe stehenden Stoffe finden ihrer grossen Seltenheit wegen in der eigentlichen Technik noch keine Anwendung; jedoch werden Radiumemanation enthaltende Bäder gelegentlich zu Heilzwecken benutzt.

## Tonerde und ihre Verbindungen. Ultramarin. Smalte. Karborundum.

Die Tonerde dient in der Technik in Gestalt der verschiedensten Verbindungen den mannigfaltigsten Zwecken. Wir haben schon beim Zement von Tonerdeverbindungen gesprochen und werden auch bei Gelegenheit der Tonwarenindustrie noch mit anderen Tonerdeverbindungen Bekanntschaft machen. Wenn wir von den Erzeugnissen der letzteren und den natürlichen Silikaten absehen, so ist der **Alaun** die älteste bekannte Tonerdeverbindung, und zwar namentlich der Kalialaun. Er kommt zum Teil sogar als solcher in vulkanischen Gesteinen vor, wird aber namentlich aus Alaunstein, Alaunschiefer und Alaunerde gewonnen, welche Gesteine an der Luft der Verwitterung ausgesetzt und dann ausgelaugt werden. Hierdurch oxydieren sich die in ihnen enthaltenen Schwefelverbindungen und gehen in alaunbildende Sulfate über. Enthalten die betreffenden Gesteine nicht genügend Kalisalze, so wird der ausgezogenen Flüssigkeit noch besonders Chlorkalium zugesetzt.

Gegenwärtig wird Alaun vielfach durch **Tonerdesulfat** verdrängt, das aus Tonerdeverbindungen, namentlich aus reinem Ton, durch Aufschliessen mittelst Schwefelsäure ausgezogen wird. Für viele Zwecke nimmt man ohne weiteres die mit Schwefelsäure auf-

geschlossene Masse mitsamt den darin enthaltenen Silikaten; für andere Zwecke laugt man erst die reine schwefelsaure Tonerde aus und dampft dann die Lösung so weit ein, bis sie beim Erkalten zu einer festen Masse erstarrt.

Reine **Tonerde** wird meistens aus Bauxit hergestellt, einem Mineral, das sich in reinerem Zustande namentlich in Frankreich und Nordamerika findet und das sich als eine stark eisenoxydhaltige, auch durch Kieselerde u. s. w. verunreinigte Tonerde darstellt.

Es bestehen verschiedene Verfahren zum Aufschliessen des Bauxits, so z. B. mischt man ihn mit kalzinierter Soda und erhitzt ihn im Flammofen. Hierdurch geht die Tonerde in lösliches Natriumaluminat über, das mit Wasser ausgelaugt und filtriert wird. Die Lösung wird durch Kohlensäure zersetzt, wobei man die Soda zurückgewinnt, während Tonerdehydrat als solches ausfällt. Durch Glühen entsteht daraus dann wasserfreie Tonerde, die namentlich zur Herstellung metallischen Aluminiums verwendet wird.

**Korubin** heisst eine als Schleifmittel dienende und durch verschiedene Metalloxyde gefärbte Tonerde, die bei der Metalldarstellung nach Goldschmidt durch Verbrennen von Aluminium gewonnen wird. Sie ist in ihrer Zusammensetzung dem natürlichen **Smirgel** verwandt, ist jedoch vollkommen wasserfrei, sowie auch frei von grösseren Mengen fremder Oxyde, so dass sie härter als Smirgel ist.

Der **Kryolith**, $Na_3AlF_6$, wird in Grönland in grosser Menge gefunden und dient zur Herstellung von Tonerde, sowie bei der Glasfabrikation, wo er als Mittel zur Herstellung getrübter Gläser benutzt wird.

Die **essigsaure Tonerde** dient namentlich in der Zeugfärberei als Beize.

Eine Tonerde-Kieselverbindung von ganz besonderen Eigenschaften und merkwürdigerweise immer noch nicht aufgeklärter Konstitution ist das **Ultramarin**, das sich in ganz geringen Mengen in dem natürlich vorkommenden Lasurstein findet, dagegen heutzutage in Fabriken in grossen Massen hergestellt wird. Ultramarinblau ist gegen Licht, Luft und Seife durchaus beständig, aber leider nicht gegen Säuren. Es dient als Malerfarbe und zum Entscheinen gelblich aussehender Stoffe, namentlich des Zuckers und des Papiers, die durch die optische Zusammenwirkung des Ultramarinblaues mit Gelb alsdann farblos erscheinen.

Das Ultramarin wird gewonnen durch Glühen von Sulfat mit Ton und Kohle. Es entsteht hierbei zunächst ein Ultramaringrün, das durch nochmaliges Glühen mit Schwefel bei Luftzutritt in Blau umgewandelt wird. Oder man stellt unmittelbar in einem Brande blaues Ultramarin her, indem man ein Gemenge von Soda, Ton, Schwefel und Harz glüht. Durch geeignete Leitung des Verfahrens kann man auch Ultramaringrün, Ultramarinviolett und Ultramarinrosa herstellen.

Ähnlich dem Ultramarin in Farbe ist die **Smalte**, ein durch Kobalt blau gefärbter Glasfluss, der namentlich auf sächsischen Hüttenwerken im Anschluss an die Gewinnung des Kobalts hergestellt wird.

Auch das **Karborundum**, Kieselkohlenstoff, SiC, sei hier angeführt, das ähnlich dem Kalziumkarbid im elektrischen Ofen erhalten wird, und zwar durch Reduktion von Kieselerde mittelst Kohle. Es findet wegen seiner grossen Härte als Schleifmittel Verwendung.

## Verbindungen des Eisens, Mangans und Chroms.

Unter den Eisenverbindungen ist namentlich zu erwähnen der **Eisenvitriol**, erhalten durch Verwittern schwefeleisenhaltiger Gesteine an der Luft und Auslaugen der Masse. Beim Glühen zerfällt er in schweflige Säure, Schwefelsäureanhydrid und Eisenoxyd. Während die beiden ersteren Bestandteile auf Schwefelsäure weiter verarbeitet werden, dient das zurückbleibende **Eisenoxyd** als Malerfarbe und Poliermittel; es ist auch unter dem Namen Caput mortuum, Englisch Rot, Polierrot bekannt.

Auch natürlich vorkommende, mehr oder weniger mit Tonerde gemischte Eisenoxyde oder vielmehr -hydroxyde werden unter dem Namen Ocker als Farben verwendet, wogegen Umbra und Bister manganhaltige Farben sind.

**Kaliumpermanganat,** übermangansaures Kali, wurde früher dargestellt durch Schmelzen von Braunstein mit Ätznatron und Salpeter, Auslaugen des entstandenen mangansauren Kalis und Einleiten von Kohlensäure in die Lösung. Hierbei entstand dann unter Wiederabscheidung eines Teiles des Braunsteins als flockiges Superoxyd in der Lösung verbleibendes Permanganat. Neuerdings stellt man übermangansaure Salze besser durch Elektrolyse dar.

**Chromate** werden aus Chromeisenstein gewonnen, indem man ihn mit Soda und Kalk gemengt oxydierend röstet. Aus den so erhaltenen einfach chromsauren Salzen werden die doppeltkohlensauren Salze sowie freies Chromsäure-Anhydrid dann auf einfache Weise gewonnen.

Chromate sind ausser den Alkalichromaten na-

mentlich noch Chromgelb oder Königsgelb, neutrales chromsaures Blei sowie Chromrot oder Chromzinnober, basisch chromsaures Blei.

### Verbindungen des Zinks und Bleis. Natriumnitrit. Verbindungen des Arsens und der schweren Metalle.

**Schwefelsaures Zink** bildet sich als Flugstaub in den Öfen, in denen Zinkblende geröstet wird, und wird durch Umkristallisieren rein dargestellt.

**Chlorzink** wird durch Auflösen von Zinkrückständen in Salzsäure gewonnen. Es dient namentlich zum Tränken der Eisenbahnschwellen gegen Fäulnis, dann auch in der Teerfarbenindustrie.

**Zinkoxyd** in reinem Zustande wird durch Fällen von Zinklösungen mittelst Kalk oder Soda erzielt. Als Farbe dienendes Zinkweiss wird dagegen durch Verbrennen von Zinkdampf erhalten.

Die Herstellung von **Lithopone**, einem Gemisch von Schwefelzink und schwefelsaurem Baryt, wurde bereits erwähnt. Lithopone dient neuerdings immer mehr zum Ersatz des Bleiweisses, da sie an der Luft nicht schwarz anläuft, auch weniger giftig ist als Bleiweiss, und da sie andererseits vor reinem schwefelsauren Baryt den Vorzug grösserer Färbekraft hat.

**Bleiweiss**, basisch kohlensaures Blei, auch Schieferweiss, Kremserweiss oder dergleichen genannt, entsteht durch Behandeln von Blei bei Gegenwart von Wasser und Essig mittelst Kohlensäure nach verschiedenen Verfahren. Die elektrolytische Darstellung von Bleiweiss hat sich dagegen bis jetzt noch nicht bewährt.

Bleizucker ist essigsaures Blei, Bleiessig eine Lösung von basisch essigsaurem Blei.

**Bleioxyd**, Bleiglätte, Massicot kommt in ver-

schiedenen Farbentönen von gelb bis rötlichgelb und in verschiedenen Graden der Reinheit in den Handel. Es wird dargestellt durch Erhitzen von metallischem, geschmolzenem Blei an der Luft oder durch Erhitzen von Bleiweiss. Auch bildet es sich neben **Natriumnitrit** durch Schmelzen von Blei mit Natronsalpeter, der hierbei ein Drittel seines Sauerstoffes verliert.

Durch vorsichtiges weiteres Erhitzen von Bleioxyd, namentlich von dem nach letzterem Verfahren gewonnenen Oxyd, entsteht die Mennige, in ihren besseren Sorten auch Pariser Rot genannt.

Antimonsaures Blei, Neapelgelb, wird durch Zusammenschmelzen von Bleioxyd und Antimonverbindungen erhalten.

Kadmiumgelb ist Schwefelkadmium.

Musivgold, Zinnsulfid wird durch Erhitzen eines Gemenges von Zinn, Schwefel und Salmiak dargestellt.

**Zinnoxyd**, Zinnsäure, Zinnasche wird durch Glühen von Zinn an der Luft dargestellt und dient als Putzmittel, wie als trübender Zusatz zur Herstellung von Gläsern und Emaillen.

**Zinnchlorür**, Zinnsalz, entsteht durch Auflösen von Zinn in Salzsäure. Durch Einleiten von Chlorgas in seine Lösung erhält man eine Lösung von **Zinnchlorid**, Schwerbeize genannt. Zinnsalz und Schwerbeize finden in der Seidenfärberei Anwendung; letzteres dient namentlich dazu, die Seide an Gewicht schwerer zu machen, ein Verfahren, das indessen deren Güte und Haltbarkeit wesentlich beeinträchtigt und schon aus diesem Grunde durchaus zu verwerfen ist. Indessen verlangt nun leider einmal der Käufer

derartig beschwerte und damit ihrer besten Eigenschaft, nämlich der Festigkeit, beraubte Seide.

**Arsenik,** auch Arsen- oder Giftmehl, oder in glasigem Zustande Weissglas genannt, wird durch Rösten von Arsenmetallen oder aus arsenhaltigem Flugstaub mancher Hüttenwerke durch Sublimation gewonnen.

Gelbes Schwefelarsen, Gelbglas, ist ein Gemenge von arseniger Säure und Schwefelarsen und wird durch Destillation von Arsenik unter Zugabe von Schwefel gewonnen.

Rotes Schwefelarsen, Rotglas, ist eine Verbindung von Schwefel und Arsen in unbestimmten Verhältnissen.

Auripigment und Realgar sind ebenfalls gelbes und rotes als Farbe benutztes Schwefelarsen, und zwar die sich in der Natur findenden Arsensulfide.

Scherbenkobalt oder Fliegenstein sind Namen für metallisches Arsen.

**Zinnober,** Schwefelquecksilber, findet sich in der Natur als solcher, wird aber meist künstlich aus Schwefel und Quecksilber durch Sublimieren oder Verreiben unter verdünnter warmer Kalilauge hergestellt.

Von Verbindungen der Edelmetalle ist namentlich zu nennen der **Höllenstein,** salpetersaures Silber, durch Auflösen von Silber in Salpetersäure erhalten.

Goldchlorid und Platinchlorid werden durch Auflösen der betreffenden Metalle in Königswasser erhalten.

---

# Erzeugnisse der trockenen Destillation kohlenstoffhaltiger Körper.

## Leuchtgas. Azetylen.

Wenn wir kohlenstoffhaltige Körper für sich erhitzen, so destillieren oder sublimieren sie entweder unzersetzt über oder sie machen eine Zersetzung durch. Letzteres ist namentlich bei dem Holz, den Braunkohlen und den Steinkohlen der Fall. Wir fassen alle sich hierbei bildenden Körper von sehr mannigfaltiger Zusammensetzung als Erzeugnisse der trockenen Destillation zusammen. Sie zerfallen in gasförmige, die im wesentlichen das aus zahlreichen Gasarten zusammengesetzte Leuchtgas bilden, sowie in flüssige, die ebenfalls durch geeignete Behandlung in Körper von sehr verschiedenen Eigenschaften zu trennen sind. Schliesslich bleiben noch feste Rückstände, die sich je nachdem als Holzkohle oder Koks darstellen.

Ursprünglich wurde die trockene Destillation lediglich zur Gewinnung von festen Rückständen vorgenommen, und noch heute dienen Holzkohlenmeiler sowohl wie Koksöfen vielfach noch ausschliesslich diesem Zwecke, während alle anderen Erzeugnisse unausgenützt in die Luft entweichen. Bei der trockenen Destillation organischer Stoffe, namentlich der Steinkohle, in Gasanstalten pflegt es dagegen wesentlich auf deren gasförmige Zersetzungsprodukte abgesehen zu sein, während die flüssigen und festen nur Nebenerzeugnisse sind, die allerdings auch ihre Verwertung finden. Erst seit noch nicht so langer Zeit hat man auch bei Holzverkohlungsanstalten und Kokereien angefangen, der Gewinnung der sogenannten

Nebenerzeugnisse mehr Aufmerksamkeit zu schenken, da es nichts anderes als eine ganz ungerechtfertigte Verschwendung genannt werden kann, wenn man die sich hier entwickelnden grossen Mengen wertvoller Stoffe nicht ansammelt.

Auch die Abgase der Hochöfen, die grosse Mengen an brennbaren Stoffen, namentlich an Kohlenoxyd enthalten, und die ebenfalls zum weitaus grössten Teile ungenutzt entweichen, sind in diesem Zusammenhange als nutzlos vergeudete Kohlenkraft zu nennen, deren Ausbeutung Pflicht einer guten Wirtschaft ist, und der man denn auch neuerdings, namentlich durch den Bau mit Hochofengasen zu betreibender Kraftmaschinen, ernstlich nähergetreten ist.

Gehen wir nun zu den einzelnen Erzeugnissen der trockenen Destillation über, so ist hier zunächst das **Leuchtgas** zu nennen. Es wird hauptsächlich aus Steinkohle dargestellt, wenn man allerdings auch vielfach Ölgas, Fettgas oder dergleichen verwendet. Zum Zwecke der Leuchtgasherstellung werden die Kohlen in Retorten aus Schamotte, deren mehrere in gemeinschaftlichen Öfen mit Gasfeuerung eingemauert sind, bis auf beginnende Weissglut erhitzt. Die entweichenden Gase münden in eine mit Flüssigkeitsverschluss versehene Vorlage, die den Zweck hat, die einzelnen Retorten von der Hauptgasleitung abzuschliessen. Sie gehen von da in hohe eiserne Zylinder, um gekühlt zu werden, wodurch Teer und Wasser sich verflüssigen und absetzen. Alsdann durchstreichen sie Waschtürme, auch Skrubber genannt, in denen sie mit Wasser in Berührung kommen und dadurch von den in diesem löslichen Gasen befreit werden. Als solche kommen namentlich Ammoniak, Kohlensäure, Schwe-

felwasserstoff, Zyanwasserstoff und Rhodanwasserstoff in Betracht. Nunmehr durchstreichen sie einen Ventilator, eine Vorrichtung, die ihre gleichmässige Bewegung von den Retorten weg durch die vorbeschriebenen Türme und durch die nachfolgende trockene Reinigungsanlage zum Gasbehälter hin aufrechterhält.

Die trockene Reinigung der Gase besteht nun darin, dass sie durch Filter von sogenannter Lamingscher Masse, aus einem lockeren Gemisch von natürlichem Raseneisenstein mit Sägespänen bestehend, hindurchgedrückt werden, wodurch die durch die nasse Wäsche noch nicht vollständig beseitigten fremden Gase vollends niedergeschlagen werden. Die verbrauchte Gasreinigungsmasse wird auf Zyanverbindungen verarbeitet und zuletzt, da sie auch stark schwefelhaltig geworden ist, durch Verbrennen für die Schwefelsäureherstellung nutzbar gemacht. Schliesslich wird das Leuchtgas von dem Gasbehälter oder Gasometer aus unter geringem Überdruck in die Verbrauchsleitungen verteilt.

Um die Leuchtkraft des Gases zu erhöhen, was je nach der verwendeten Kohlensorte mitunter nötig wird, kann man es durch sogenanntes Karburieren leuchtkräftiger machen, indem man es durch leichtflüssige Brennöle, Benzol oder Petroleumäther streichen lässt, die alle mit stark leuchtender Flamme verbrennen. Namentlich das Benzol, das aus dem Steinkohlenteer in grossen Mengen gewonnen wird, ist zum Karburieren des Leuchtgases sehr geeignet. An Stelle von Leuchtgas selbst verwendet man sogar vielfach auch karburiertes Wassergas, das dadurch entsteht, dass man Wassergas, das an sich nicht mit leuchtender Flamme verbrennt, z. B. mit Petroleum karburiert.

Ein anderes Verfahren, das Leuchtgas besser leuchtend zu machen, ist die Verwendung des Glühstrumpfes, die sich in den letzten Jahren ausserordentlich eingebürgert hat. Zu diesem Zwecke wird das Gas in einem Bunsenschen Brenner durch Mischung mit Luft entleuchtet, so dass eine sehr heisse, an sich dunkle Flamme entsteht, über die ein mit einem Gemisch von Thorerde und 1% Cererde getränktes Gewebe, der sogenannte Glühstrumpf, gestürzt ist. Diese Oxydmischung hat, zum Glühen erhitzt, ein ausserordentlich starkes Lichtausstrahlungsvermögen und leuchtet demzufolge weit heller, als es die nicht entleuchtete Gasflamme an sich getan haben würde.

Ölgas und Fettgas sind mit dem gewöhnlichen Leuchtgas zu sehr verwandt, als dass sie hier besonders besprochen werden müssten. Dagegen ist das **Azetylen** ein Gas von anderer Herstellungsweise, das allerdings auch seine Leuchtkraft im wesentlichen den Steinkohlen entnimmt, indem das zu seiner Gewinnung dienende Karbid bei der hohen Temperatur des elektrischen Lichtbogens aus der Vereinigung von Kalk und Kohle entstanden ist. Das Karbid entwickelt, mit Wasser in Berührung gebracht, Azetylengas, das eine ausserordentlich starke Leuchtkraft besitzt. Indessen hat die Azetylenbeleuchtung die anfangs auf sie gesetzten grossen Hoffnungen nicht ganz erfüllt. Man hat Azetylen auch unter Druck in Stahlflaschen verflüssigen wollen, aber es hat sich gezeigt, dass es unter diesen Umständen sich als Explosivstoff erweist. Im Gemisch mit Ölgas wird das Azetylengas vielfach zum Beleuchten von Eisenbahnwagen verwendet.

Das Azetylen muss in eigens dafür bestimmten Brennern gebrannt werden, da es bei Verwendung

gewöhnlicher Gasbrenner zu sehr russt. Andererseits wird seine Fähigkeit, leicht Russ abzusondern, auch zur Herstellung von letzterem nutzbar gemacht.

## Die Industrie des Steinkohlenteeres.

### Farbstoffe. Arzneimittel. Saccharin. Photographische Entwickler.

Während die gasförmigen Erzeugnisse der Steinkohlendestillation nach gehöriger Reinigung als Leuchtgas und die festen Rückstände als Koks ohne weiteres Verwendung finden können, so werden die flüssigen Bestandteile fast stets weiter zerlegt. Der Steinkohlenteer dient namentlich als Rohstoff zur Herstellung von Benzol, Toluol, Naphthalin, Karbolsäure, Pikrinsäure, Salizylsäure, ferner von Teerfarbstoffen, Arzneimitteln und Desinfektionsmitteln aller Art.

Der Steinkohlenteer ist eine schwarze Flüssigkeit, die je nach der Art der verwendeten Kohle verschieden zusammengesetzt ist. Zunächst lässt man ihn durch Absitzen sich von dem sogenannten Gaswasser trennen, destilliert ihn hierauf aus schmiedeeisernen Retorten und erhält so gewöhnlich fünf verschiedene Teile. Zunächst kommt der bis 105° C. übergehende Vorlauf, dann die bis 170° C. übergehenden Leichtöle. Bis zu 230° C. geht dann das Karbolöl, bis 270° C. das Schweröl und über 270° C. das Anthrazenöl über. Was zurückbleibt, ist Pech. Die verschiedenen übergegangenen Anteile bilden noch keineswegs einheitliche Stoffe, sondern werden durch Destillation wie auch durch chemische Mittel weiter zerlegt.

Die Leichtöle werden insbesondere zur Gewinnung des Benzols benutzt, zu welchem Zwecke sie durch eine zweite Destillation nochmals zerlegt, dann

mittelst Schwefelsäure gereinigt, mit Wasser und verdünnter Natronlauge gewaschen und durch eine dritte Destillation weiter gesondert werden. Hierbei findet eine Trennung in Vorlauf, in eigentliches Benzol und Benzin statt. Das Benzol wird nebst dem ebenfalls übergehenden Toluol in der Fabrikation der Teerfarben verwendet, während das Benzin, auch Auflösungsnaphtha genannt, zur sogenannten chemischen Wäsche und auch sonst überhaupt als Lösungsmittel gebraucht wird. Es ist nicht zu verwechseln einerseits mit dem Petroleumbenzin, das aus niedrigsiedenden Paraffinen besteht, wie andererseits mit dem Schwefeläther.

Die Karbolöle oder Mittelöle dienen zur Gewinnung der Karbolsäure und des Naphthalins. Letzteres kristallisiert beim Erkalten von selber aus, während die Karbolsäure mit verdünnter Natronlauge ausgezogen wird.

Aus der Karbolsäure wird durch unmittelbare Vereinigung mit Kohlensäure die Salizylsäure hergestellt, während sie durch Nitrieren in Trinitophenol oder Pikrinsäure verwandelt wird.

Die mit der Karbolsäure zugleich vorkommenden Kresole werden namentlich zu antiseptischen Zwecken verwendet. Übrigens besteht die sogenannte rohe Karbolsäure wesentlich aus Kresolen. Kreolin, Lysol und dergleichen sind ebenfalls zu antiseptischen Zwecken benutzte Kresolpräparate.

Die Schweröle werden hauptsächlich zum Tränken von Holz benutzt, das gegen die Fäulnis widerstandsfähig gemacht werden soll. Dies ist besonders bei Eisenbahnschwellen wichtig.

Der wichtigste Teil der Industrie des Steinkohlenteers ist die Herstellung der **künstlichen Farbstoffe**, auch Anilinfarbstoffe genannt, die namentlich in Deutschland in grossen Mengen hergestellt werden.

Sie werden eingeteilt in folgende Hauptgruppen:

1. Abkömmlinge der Triphenylmethans, Rosanilin-, Phenol- und Phtalsäurefarbstoffe;
2. Azofarbstoffe;
3. Anthrazenfarbstoffe;
4. Indigo;
5. verschiedene: Nitrofarbstoffe, Chinolinfarbstoffe, Methylenblau, Safranin, Indulin, Anilinschwarz u. s. w.

Die Triphenylmethanfarbstoffe leiten sich vom Anilin, vom Toluidin und von deren Abkömmlingen ab, Verbindungen, die aus dem Benzol, dem Toluol u. s. w. durch Nitrieren und nachfolgende Reduktion gewonnen werden.

Die Herstellung von Nitrobenzol geschieht, indem man in Benzol unter Umrühren langsam ein Gemisch von Salpetersäure und konzentrierter Schwefelsäure einfliessen lässt. Hierauf wird das Nitrobenzol wieder unter Umrühren mit verdünnter Salzsäure und Eisendrehspänen behandelt und so das Anilin hergestellt.

Reines Anilin heisst Blauöl, weil es zur Herstellung blauer Farbstoffe benutzt wird, während ein Gemisch von Anilin und Toluidin Rotöl heisst und zur Herstellung von roten Farbstoffen dient. Letzteres ist nicht zu verwechseln mit dem Türkischrotöl, das aus Olivenöl gewonnen wird.

Der zuerst entdeckte Anilinfarbstoff ist das schön rote sogenannte Fuchsin, salzsaures Rosanilin, das

durch Oxydation des Rotöles hergestellt wird. Diese Oxydation wurde namentlich früher mit Hilfe von Arsensäure vorgenommen, was zu vielen Beschwerden Veranlassung gab, indem dabei einesteils arsenhaltige Abfälle sich bildeten, deren Wiederverwertung recht lästig war, während andererseits auch Arsenik in den Farbstoff als Verunreinigung hineingelangte und daher die Anilinfarbstoffe in den Ruf der Giftigkeit brachte. Jetzt verwendet man deshalb Nitrobenzol als Oxydationsmittel bei der Herstellung des Fuchsins, dessen Sauerstoff hierbei durch die Vermittelung von Eisenhydroxyd auf die Base übertragen wird. Ähnliche Stoffe wie Fuchsin sind das Neufuchsin und das Säurefuchsin.

Wenn die Amidowasserstoffe des Rosanilins durch Methyl, Äthyl oder Phenol ersetzt werden, so entstehen violette oder blaue Farbstoffe, wie Methylviolett, Kristallviolett, Anilinblau.

Abkömmlinge des Benzaldehyds oder Bittermandelöles, $C_6H_5CHO$, sind Malachitgrün, Smaragdgrün, Säuregrün und Patentblau.

Vom Phenolphtalein leiten sich die Phtalsäurefarbstoffe ab, unter denen namentlich Eosin und Rhodamin zu nennen sind.

Besonders zahlreich ist die Klasse der **Azofarbstoffe**, unter denen das Amidoazobenzol, $C_6H_4 . NH_2 . N_2 . C_6H_5$, Anilingelb genannt, der einfachste ist. Zu dieser Klasse gehören ferner Chrysoidin, Bismarckbraun, Methylorange. Letzteres dient auch zum Gelbfärben der Butter und heisst dann Buttergelb. Ferner gehören hierher künstlicher Scharlach, Naphtholschwarz und Kongorot.

Die **Anthrazenfarbstoffe** ferner sind wichtig namentlich dadurch, dass das Alizarin zu ihnen gehört, ein Farbstoff, der früher in ausgedehntestem Masse aus der eigens zu diesem Zwecke angebauten Krapppflanze gewonnen, heutzutage aber ausschliesslich künstlich hergestellt wird. Es ist Dioxyanthrachinon, $C_6H_4 . (CO)_2 . C_6H_2 . (OH)_2$. Ihm verwandt ist auch das Alizarinblau, das an Farbe dem Indigo ähnlich ist und ihn an Echtheit sogar übertrifft.

Eine besondere Industrie ist alsdann die Herstellung des **Indigos**, der früher ausschliesslich aus Pflanzen gewonnen wurde. Er findet sich in dem in Europa vorkommenden Waid, namentlich aber in dem in Indien in grossen Mengen angebauten Indigostrauch. Diese Sträucher werden kurz vor der Blüte abgeschnitten und dann mit Wasser übergossen. Nach kurzer Zeit beginnt die den Indigo ergebende Verbindung des Indikan, sich zu lösen. Die Lösung wird abgezogen und durch Schlagen mit Ruten innig mit Luft in Berührung gebracht. Dadurch findet eine Oxydation statt und der fertige Indigofarbstoff fällt aus. Er wird nach dem Waschen, Auskochen und Abfiltrieren ohne weiteres versandt.

Die in den letzten Jahren so ausserordentlich vervollkommnete Herstellung des künstlichen Indigos wird indessen voraussichtlich in nicht zu langer Zeit den natürlichen Indigo ebenso verdrängen, wie bereits die Herstellung des Alizarins den Anbau des Krapps verdrängt hat.

Eine grosse Anzahl von Farbstoffen lässt sich nicht in die hier angeführten Gruppen unterbringen. Hier ist namentlich zu erwähnen die Pikrinsäure oder Trinitrophenol, das Safranin, das Methylenblau

und seine Abkömmlinge, sowie das Anilinschwarz, dessen Konstitution noch nicht genau aufgeklärt ist.

Im Anschlusse an die Herstellung der künstlichen Farbstoffe sind noch einige andere nahe damit verwandte Industrien zu nennen, nämlich die der **künstlichen Arzneimittel** und die der **photographischen Entwickler.**

Wie bei der Farbstoffindustrie der Steinkohlenteer als Ausgangsmaterial dient, um färbende, den natürlichen Farbstoffen nahekommende oder sie sogar übertreffende Erzeugnisse zu gewinnen, so wird bei der Herstellung von Arzneistoffen auf die Gewinnung heilkräftiger chemischer Verbindungen hingearbeitet. Auch hier ist die Zahl der einzelnen Erzeugnisse so gross, dass wir uns mit einem allgemeinen Hinweis auf dies Gebiet begnügen müssen.

Auch die Herstellung des Saccharins fügt sich hier ein, das wegen seines süssen Geschmackes als angebliches Ersatzmittel für Zucker viel hergestellt worden ist. Es ist Benzoesulfimid, $C_6H_4.CO.SO_2.NH$, oder dessen Natronsalz und kommt auch unter dem Namen Zuckerin, Kristallose, Sykose, Süssstoff oder dergleichen in den Handel. Wegen vielfacher Missbräuche bei seiner Verwendung sind seine Herstellung und sein Verkauf neuerdings fast in allen Staaten unter strenge staatliche Aufsicht gestellt worden.

Die Herstellung der photographischen Entwickler ist gleichfalls, dem grossen Aufschwunge und der weiten Verbreitung der photographischen Technik folgend, neuerdings ein besonderer, vielfach gepflegter Seitenzweig der Farbstoffindustrie geworden.

## Weitere Erzeugnisse der Steinkohlendestillation. Ammoniak. Zyanide.

Weitere Erzeugnisse der Steinkohlendestillation werden nicht aus dem Teer selbst, sondern aus den wässerigen Flüssigkeiten gewonnen, die sich bei der Herstellung des Leuchtgases ergeben. Das **Ammoniakwasser** der Gasanstalten und Kokereien enthält eine Anzahl von Ammoniakverbindungen, namentlich kohlensaures Ammoniak, Schwefelammonium und Zyanammonium. Auch Rhodanammonium und einige andere Verbindungen sind in geringer Menge darin enthalten. Der Ammoniakgehalt beträgt im ganzen etwa 2—3%. Zur Verarbeitung wird das Ammoniakwasser zunächst für sich, sodann mit Kalk destilliert und das Destillat in Schwefelsäure aufgefangen, so dass schwefelsaures Ammoniak entsteht, das nach Auswaschen und Schleudern ohne weiteres als Düngesalz verwendet werden kann. Verwendet man statt der Schwefelsäure Salzsäure, so erhält man Salmiak. Nimmt man Phosphorsäure, so erhält man phosphorsaures Ammoniak, das namentlich als konzentrierter Düngstoff Verwendung findet, da es sowohl Phosphorsäure wie Stickstoff dem Boden zuführt.

Das kohlensaure Ammoniak, das indessen diesem Namen nicht genau entspricht, sondern vielmehr ein Gemisch von diesem Salz mit karbaminsaurem Ammoniak darstellt, wird durch Destillation von schwefelsaurem Ammoniak mit kohlensaurem Kalk oder durch Vereinigung von Ammoniakdämpfen mit Kohlensäuregas gewonnen.

Das freie Ammoniak wird durch sorgfältige Destillation des Gaswassers mit Kalk hergestellt. Es

wird entweder in wässeriger Lösung versandt oder durch Druck in Stahlflaschen verflüssigt, wie bereits früher bemerkt.

Ferner werden auch die in der trockenen Gasreinigungsmasse enthaltenen Bestandteile der Steinkohle nutzbar gemacht. Dass der Schwefel durch Verbrennen auf Schwefelsäure verarbeitet wird, wurde bereits erwähnt. Vorher werden indes namentlich die wertvollen **Zyanverbindungen** ausgezogen. Das in der Gasreinigungsmasse entstehende Schwefeleisen von der Zusammensetzung $Fe_2S_3$ bildet mit dem Zyan des Gases Berliner Blau, bei Gegenwart von Ammoniak auch Rhodanammonium. Die erschöpfte Reinigungsmasse wird mit Wasser ausgelaugt, wobei namentlich das Rhodanammonium ausgezogen wird. Alsdann wird sie mit Ätzkalk gemischt und in geschlossenen Kästen erhitzt, wodurch die Zyanide des Eisens in Ferrozyankalzium verwandelt werden. Das lösliche Ferrozyankalzium wird nunmehr mit Wasser ausgelaugt und aus dessen Lösung durch Chlorkalium das fast unlösliche Ferrozyankaliumkalzium ausgefällt. Mit Pottasche erhitzt bildet dieses kohlensauren Kalk und Ferrozyankalium. Letzteres wird alsdann namentlich auf Zyankalium weiter verarbeitet, das in der Goldindustrie eine grosse Rolle spielt. Es dient hier dazu, das Gold aus dem feinen Mineralschlamm auszulaugen, und wird namentlich in Südafrika in grossen Mengen gebraucht.

Zur Zyankaliumgewinnung wird das Ferrozyankalium mit metallischem Natrium behandelt, wodurch ein Gemisch von Zyankalium und Zyannatrium gewonnen wird. Dieses Gemisch beider Salze ist für die gewöhnlichen Verwendungszwecke des Zyanka-

liums ebenso brauchbar wie reines Zyankalium. Auch stellt man Zyankalium unmittelbar dar durch Glühen von Pottasche mit Kohle in einem Strom von Ammoniak, ferner durch Zersetzung von Rhodankalium mit fein verteiltem, den Schwefel bindendem Metall.

Die älteste Darstellungsmethode von Ferrozyankalium ist die mittelst tierischer Abfälle, wie Blut, Leder u. s. w., woher dieses Salz auch den Namen Blutlaugensalz führt. Hierzu werden stickstoffhaltige tierische Abfälle in gusseiserne, stark erhitzte Töpfe eingebracht, worin sich schmelzende Pottasche nebst Eisengussspänen befinden. Es ensteht hierbei Zyankalium, das sich beim Auslaugen mit dem zugleich gebildeten Schwefeleisen zu gelbem Blutlaugensalz und Schwefelkalium umsetzt. Aus dem gelben Blutlaugensalz wird durch die Einwirkung von Chlor oder durch elektrolytische Oxydation das rote Blutlaugensalz hergestellt. Durch Fällung von Eisenoxydlösung mit gelbem Blutlaugensalz entsteht die bekannte Farbe Berliner Blau, wovon Berliner und Pariser Blau Abarten sind.

## Erzeugnisse der trockenen Destillation des Holzes.

### Essigsäure. Oxalsäure. Ameisensäure.

Das wichtigste Erzeugnis der Destillation des Holzes ist neben der Holzkohle die **Essigsäure.** Das von Teer getrennte wässerige Destillat, Holzessig genannt, enthält wesentlich diese Säure, dann auch Holzgeist, Azeton und verschiedene andere Stoffe. Die Essigsäure wird nach Absitzenlassen des Teers noch einmal destilliert, und zwar unter Vorlage von Kalkmilch, die die Essigsäure aufnimmt, während Holzgeist in einer weiteren Vorlage verdichtet wird. Nach

beendeter Destillation wird der Inhalt der mit Kalk gefüllten Vorlage trocken eingedampft. Der sich hierbei ausscheidende rohe essigsaure Kalk heisst Graukalk und wird mit konzentrierter Schwefelsäure zersetzt. Hierbei destilliert die Essigsäure ab.

Die reinste Essigsäure von 95—100% heisst Eisessig. Diese wird hauptsächlich in der Industrie der Teerfarbstoffe benutzt. Verdünntere Essigsäuren finden ebenfalls vielfache Anwendung, während essigsaure Salze in der Zeugfärberei als Beize dienen. Das Bleisalz heisst Bleizucker, ein basisches Bleisalz Bleiessig. Das Kupfersalz wird als Grünspan zur Herstellung von allerdings recht giftigen Farben benutzt.

Eine andere Art und Weise der Darstellung von Essigsäure besteht darin, dass man Alkohol durch Einwirkung der Luft und gewisser Pilze oxydiert. Man hat hier zunächst den Weinessig zu nennen, der aus Wein oder Weinabfällen durch freiwilliges Sauerwerden in eichenen Fässern bei etwa 25° C. hergestellt wird.

In Deutschland ist die sogenannte Schnellessigfabrikation aus Spiritus verbreiteter. Hierzu dienen Holzfässer mit zwei Siebböden, deren Zwischenraum mit Hobelspänen gefüllt ist. Oben wird schwacher Alkohol aufgegeben, der sich beim langsamen Durchfliessen durch das Fass unter der Einwirkung der auf den Spänen sitzenden Pilze zu Essig oxydiert.

Weinessig und Schnellessig enthalten nur wenig Essigsäure, etwa 4—10%, weil der Essigpilz bereits durch 10—12%igen Alkohol getötet wird und deshalb keinen stärkeren Alkohol in Essigsäure zu verwandeln imstande ist. Im übrigen enthält der Speiseessig auch

öfters noch Gewürzstoffe, um ihm einen angenehmen Geschmack zu erteilen. Gegenwärtig wird er auch viel aus reiner Essigsäure durch Verdünnen und Zusatz aromatischer Stoffe gewonnen.

Die Oxalsäure wird gleichfalls aus Holz hergestellt, aber nicht durch Destillation, sondern durch Schmelzen mit einem Gemische von Kali und Natron. Hierdurch wird die Zellulose zu Oxalsäure oxydiert, die nach dem Auslaugen mit Wasser als oxalsaures Alkali kristallisiert. Sie wird in Freiheit gesetzt, indem man sie mittelst Kalkmilch in oxalsaurem Kalk und in freies Ätzkali verwandelt, worauf ersterer dann mit Schwefelsäure Gips und freie Oxalsäure ergibt. Kleesalz ist das vierfachsaure oxalsaure Kali.

Durch Erhitzen von Oxalsäure stellt man die Ameisensäure dar, indem sich Kohlensäure abspaltet. Neuerdings gewinnt man auch ameisensaure Salze unmittelbar durch Erhitzen von Kohlenoxyd und Ätzkali unter Überdruck. Durch Erhitzen so hergestellter ameisensaurer Salze mit kohlensauren Salzen entstehen oxalsaure Salze, indem hierbei gleichzeitig das zuerst angewendete Ätzalkali wieder in Freiheit gesetzt wird. Das bedeutet also eine Umkehrung der bisherigen Darstellungsweise jener beiden Säuren und ihrer Salze.

Der Holzgeist, Methylalkohol, wird durch Destillation gereinigt und namentlich in der Farbenindustrie sowie zum Denaturieren von Spiritus benutzt. Indem man seine Dämpfe mit Luft gemischt über erhitztes Platin leitet, wird er zu Formaldehyd oxydiert, der unter dem Namen Formalin als Desinfektionsmittel Anwendung findet.

## Färberei und Textilindustrie.

Färberei und Textilindustrie sind eng miteinander verbunden; denn den Gegenstand der Färberei bilden fast ausschliesslich die Erzeugnisse der Textilindustrie. Als Färben kann man die Tränkung eines Stoffes mit einem Farbstoff derart bezeichnen, dass der Farbstoff den zu färbenden Stoff durchdringt und mit ihm eine mechanisch nicht zu lösende Verbindung eingeht. Die Stoffe, die zum Färben dienen, heissen Farbstoffe, während Farben oder Körperfarben solche Stoffe sind, die zum Anstreichen dienen.

Ein grosser Teil dessen, was die Textilindustrie umfasst, gehört in das Gebiet der mechanischen Technologie; hier beschäftigt uns die Textilindustrie nur insoweit, als sie auch auf das Gebiet der chemischen Technologie übergreift.

Man unterscheidet pflanzliche und tierische Faserstoffe, welch erstere wesentlich aus Zellulose bestehen, während letztere stickstoffhaltige Stoffe sind.

Die Baumwolle, um mit jenen zu beginnen, ist das Samenhaar der Baumwollpflanze, die in Ostindien, Nordamerika und Ägypten angebaut wird. Die Leinenfaser ist die Bastfaser des Flachses, einer Pflanze, die uns auch das Leinöl liefert und die wesentlich in Nordeuropa gepflegt wird. Ähnlich ist auch der hierzulande wachsende Hanf sowie die ostindische Jute.

Von tierischen Faserstoffen kommt namentlich die gewöhnliche Wolle oder Schafwolle in Betracht, ferner Kaschmir und Alpakka von Ziegenarten, dann Kamelwolle u. s. w.

Kunstwolle oder Shoddy ist Wolle, die aus

getragenen Kleidern wiedergewonnen worden ist. Sie wird von beigemischter Pflanzenfaser durch das sogenannte Karbonisieren getrennt, das ist durch Tränken mit verdünnter Schwefelsäure, Salzsäure oder anderen geeigneten Substanzen und nachfolgendes Erhitzen. Hierdurch wird die Pflanzenfaser in ein bröckliges Pulver verwandelt, das durch Ausklopfen entfernt werden kann, während die tierische Wolle zurückbleibt.

Der feinste und vollkommenste Faserstoff ist die Seide, das Gespinst der Seidenraupe.

Künstliche Seide wird aus Nitrozellulose hergestellt, indem man diese in einem Gemische von Alkohol und Äther zu einer Flüssigkeit löst, die Lösung filtriert und darauf unter starkem Druck durch ganz feine Glasröhrchen zu Fäden presst. Diese werden aufgehaspelt und versponnen, und darauf mittelst Schwefelammonium denitriert, so dass die Nitroverbindungen wieder in Zellulose zurückverwandelt werden. Sie findet bereits sehr vielfache Anwendung.

Da nicht alle Faserstoffe von vornherein von allen verunreinigenden und namentlich färbenden Bestandteilen frei sind, so müssen sie gebleicht werden, wobei jene Verunreinigungen durch Oxydation zerstört werden. Die beste Bleiche für pflanzliche Faserstoffe ist die Rasenbleiche, wobei die auf dem Rasen ausgebreiteten Zeuge im Sonnenlichte mit Wasser besprengt werden. Die chemische Bleiche findet mittelst Chlorkalk oder Bleichflüssigkeiten oder Ozon statt, die ebenfalls oxydierend wirken.

Unter Merzerisieren der Baumwolle versteht man deren Behandlung mit kalter konzentrierter Natronlauge, wodurch die Fasern quellen und sich ver-

kürzen. Hält man das Zeug während dieser Behandlung in gespanntem Zustande, so dass ein Verkürzen nicht stattfinden kann, so bekommen die Fasern nach dem Auswaschen schönen Seidenglanz.

Was nun das Färben der Faserstoffe anbetrifft, so teilt man die Farbstoffe ein in substantive oder unmittelbare und in adjektive oder mittelbare. Erstere sind solche, die für sich allein ohne Anwendung einer Beize die Faser färben, während letztere der Vermittelung einer Beize bedürfen, als welche namentlich die Oxyde des Aluminiums, des Eisens, des Chroms, des Zinns in Betracht kommen. Die Beizenfarbstoffe geben vielfach je nach der Natur der verwendeten Beizen verschiedene Färbungen.

Eine andere Einteilung ist folgende:

1. Basische Farbstoffe. Diese färben Seide und Wolle unmittelbar, Baumwolle aber nur mit Gerbsäurebeize.

2. Säurefarbstoffe; sie färben Wolle und Seide bei Gegenwart von freier Säure unmittelbar, Baumwolle jedoch nicht.

3. Substantive Baumwollfarbstoffe färben ungebeizte Baumwolle aus neutralen oder schwach alkalischen Bädern unmittelbar; manche von ihnen färben auch Wolle aus sauren Bädern.

4. Beizenfarbstoffe färben tierische und pflanzliche Fasern nur unter Mitwirkung metallischer Beizen; jedoch färben einige unter ihnen Wolle und Seide auch unmittelbar.

5. Die sogenannten Entwickelungsfarben werden erst auf der Faser ohne eigentliche Beizen entwickelt.

6. Schliesslich sind noch die sogenannten **Körperfarben** zu nennen, die nicht zu den eigentlichen Farbstoffen gehören und nur mit der Hilfe von Eiweiss oder anderen Klebstoffen auf der Faser befestigt werden können. Sie finden zum Bedrucken der Zeuge Verwendung.

Die Farbstoffe, die zum Färben in Betracht kommen, sind heutzutage zum allergrössten Teil Erzeugnisse der Anilinfarbenfabriken und unter den Erzeugnissen des Steinkohlenteers bereits besprochen worden. Von einer guten Farbe wird Echtheit in drei Richtungen verlangt. Sie muss gegen schwache Säuren, wie z. B. Essigsäure, gegen schwache Alkalien, wie z. B. Seifenlösung, und schliesslich auch gegen das Licht haltbar sein.

Zum Färben, Beizen und Waschen ist die Güte des verwendeten Wassers von besonderer Wichtigkeit. Es ist hier nur weiches, das heisst fast kalkfreies Wasser brauchbar. Aber auch ein Gehalt des Wassers an anderen Salzen als an Kalksalzen ist schädlich, da sich manche Farbstoffe mit solchen Salzen zu unlöslichen Körpern, **Lacken**, verbinden, die verloren gehen oder die Farbe beeinträchtigen. Ein Kalkgehalt erfordert nicht nur einen grösseren Aufwand an Seife durch Bildung der unlöslichen fettsauren Kalksalze, sondern verdirbt auch hierdurch die Färbung.

Die zahlreichen Stoffe, die dazu dienen, Farben auf der Faser niederzuschlagen und die unter dem Namen **Beizen** zusammengefasst werden, sind sehr verschiedener Art. Die wichtigsten unter ihnen sind die Tonerdesalze, die namentlich zur Färbung von Wolle mittelst der Beizenfarbstoffe benutzt werden. Die Wolle wird hierzu mit eisenfreier schwefelsaurer

Tonerde oder Alaun bei Gegenwart von Weinstein erhitzt, wobei die Tonerde als basisches Salz gebunden wird, während der Weinstein die Aufnahme der Farben erleichtert. Auch die Chrombeize wird vielfach angewendet, wobei man sich statt des Alauns des doppeltchromsauren Kalis bedient. Ähnlich dienen auch Eisensalze als Beize. Von Stoffen aus dem Gebiete der organischen Chemie dient hier namentlich die Gerbsäure. Welche Beize man wählt, ist durchaus nicht beliebig; dies richtet sich nach der Natur des verwendeten Farbstoffes wie auch nach dem Umstande, dass die Beize selbst auch einen starken Einfluss auf den Ton der erzeugten Farbe hat.

Während die Zeugfärberei die Fasern im Ganzen färbt, werden durch den Zeugdruck Muster erzeugt, die die Gewebe an den verschiedenen Stellen verschieden färben. Der Zeugdruck wird namentlich für die billigeren Baumwollenstoffe, die sogenannten Kattune, in grossem Umfange benutzt. Hierbei werden die Farben, um sie zum Aufdrucken verwenden zu können, mit Beizen stark verdickt, statt deren auch Dextrin oder Gummi oder Eiweiss verwendet werden. Die Druckerei geschieht mittelst gravierter Druckwalzen, ähnlich wie in der Zeitungsdruckerei.

Unter den verschiedenen Arten des Druckens ist zunächst der direkte Druck nach dem sogenannten Färbeverfahren zu erwähnen, wobei man das Zeug mit Beizen bedruckt und nachher im Farbbade färbt. Die Farbe schlägt sich alsdann nur an den gebeizten Stellen nieder. Hierbei kann man, wenn man verschiedene Beizen aufdruckt, doch mit einer Farbe verschiedene Farbentöne erzielen.

Bei dem direkten Druck mit sogenannten

Dampffarben druckt man Beizen und Farbstoffe zugleich auf, wobei man in der Auswahl der Färbungen fast unbeschränkt ist. Nachfolgendes Dämpfen erzeugt und befestigt dann den betreffenden Farblack.

Bei dem sogenannten indirekten Druck mit Reservagen werden auf das Zeug mittelst Ton, Wachs oder dergleichen Muster aufgedruckt, die an den betreffenden Stellen ein Niederschlagen der Farbe verhindern. Hierauf wird das Zeug im ganzen gefärbt. Nach Entfernung des Aufdruckes erscheint sodann das Muster ungefärbt auf dem farbigen Grunde.

Ähnlich ist der Druck mit sogenannten Enlevagen, wobei das im Ganzen gefärbte Zeug mit einem Stoff bedruckt wird, der an den betreffenden Stellen die Farbe wieder zerstört.

---

# Öle, Fette, Alkohole und Verwandtes.

## Mineralöle und Paraffin. Naturgas.

Nach Herkunft und Zusammensetzung können wir die Öle und Fette in zwei grosse Gruppen einteilen, nämlich in pflanzliche und tierische Öle und Fette einerseits, in Mineralöle andererseits. Zu letzteren gehört zunächst das **Petroleum** oder Erdöl, das sich namentlich in Nordamerika, am Kaukasus sowie an verschiedenen anderen Orten, darunter auch an deutschen Fundstätten, vorfindet. Es quillt aus Bohrlöchern aus dem Boden, und man vermutet, dass es aus vorweltlichen Tierresten entstanden ist, wobei der Sauerstoff- und Stickstoffgehalt der Fette verschwunden und wesentlich nur Kohlenwasserstoffe zurückgeblieben sind. Das amerikanische Petroleum enthält

vorzugsweise Kohlenwasserstoffe der Methanreihe, also Paraffine, während kaukasisches Erdöl wesentlich aus Naphthenen, Kohlenwasserstoffen der Benzolreihe, gebildet wird. Auch im übrigen ist die Zusammensetzung der Erdöle sehr verschieden. Sie werden durch Destillation in zahlreiche Produkte gespalten, von denen hier drei grosse Klassen in Betracht kommen. Zunächst die Benzine mit einem Siedepunkt unter 150° C., dann die Leuchtöle, die zwischen 150° und 300° C. sieden, schliesslich die über 300° siedenden Rückstände.

Zur Reinigung des Petroleums von verschiedenen Beimengungen wird es nacheinander mit Schwefelsäure, mit Natronlauge und mit Wasser behandelt. Schwefel enthaltende Petroleumarten werden ausserdem noch über fein verteiltes Kupferoxyd destilliert.

Die allerleichtesten Teile des Petroleums sind eigentlich in dem sogenannten Naturgas enthalten, das namentlich in Amerika an vielen Stellen gewonnen wird und ausgedehnte industrielle Anwendung findet. Jedoch sind die Naturgasquellen nicht sehr ausdauernd und werden wohl bald ziemlich erschöpft sein.

Das Benzin wird wegen seiner Fähigkeit, Fett und andere Stoffe zu lösen, zum Entfetten der Knochen sowie in chemischen Wäschereien benutzt. Es ist sehr feuergefährlich und darf deshalb nur mit grösster Vorsicht verarbeitet werden. Ihm ähnlich ist auch das Ligroin.

Das eigentliche Petroleum dient wesentlich zu Beleuchtungszwecken, während die Rückstände zu Heizzwecken dienen, namentlich für Lokomotiven und Schiffsheizungen. Ferner werden sie auch auf Schmieröl verarbeitet, sowie schliesslich auf Pa-

raffin. Letzteres ist allerdings nur bei den amerikanischen Rückständen möglich, da die kaukasischen kein Paraffin enthalten.

Ausserdem wird Paraffin noch bei der trockenen Destillation des Holzes, des Torfes sowie der Braunkohle gewonnen. Namentlich die Braunkohlen der Provinz Sachsen geben eine gute Ausbeute daran.

Dem Paraffin ähnlich ist auch das Erdwachs, auch Ozokerit genannt, das namentlich in Galizien mit Erdöl zusammen vorkommt. Es wird insbesondere auf Zeresin verarbeitet, indem man es mit rauchender Schwefelsäure auf etwa 150° C. erhitzt. Dieses ist mit seinen Eigenschaften dem Bienenwachs sehr ähnlich und wird zu dessen Ersatz benutzt, sogar auch zur Herstellung künstlicher Waben, die in Bienenstöcke eingebracht werden.

Im Gemisch mit Petroleum wird das Zeresin zur Herstellung von künstlichem Vaselin benutzt, das allerdings dem natürlichen Vaselin an Güte nicht gleichkommt. Letzteres findet sich in den Rückständen des amerikanischen und galizischen Erdöles und stellt ein Gemisch von festen Paraffinen und Erdöl dar.

### Öle und Fette. Firnisse. Harze und Lacke.

Die eigentlichen Öle und Fette sind pflanzlichen und tierischen Ursprunges. Sie sind von den Erdölen nicht nur ihrer Herkunft nach sondern auch ihrer chemischen Zusammensetzung nach unterschieden, haben aber mit ihnen manche physikalischen Eigenschaften gemein.

Die eigentlichen Fette und Öle sind wesentlich Fettsäureverbindungen des Glyzerins, ferner auch Ge-

mische von solchen mit freien Fettsäuren. Im allgemeinen enthalten die festen Fette hauptsächlich stearinsaures und palmitinsaures Glyzerin, die flüssigen dagegen oleinsaures Glyzerin. Statt des Glyzerins treten auch verschiedene andere Alkohole in Verbindung mit Fettsäuren in die Zusammensetzung der Fette ein.

Die Verwendung der Fette ist sehr mannigfaltig. Sie dienen als Nahrungsmittel, zu Beleuchtungszwecken, als Schmiermittel, zur Herstellung der Firnisse sowie schliesslich zur Darstellung der Seifen. Ihre Gewinnung ist im allgemeinen sehr einfach, nämlich durch Ausschmelzen oder Auspressen aus den betreffenden Tier- oder Pflanzenkörpern. Manchmal verwendet man statt dessen auch Lösungsmittel zum Ausziehen, nämlich Schwefelkohlenstoff oder Benzin.

Das Fett der Rinder oder Schafe heisst Talg oder Unschlitt. Es wird gewonnen durch Ausschmelzen aus dem es einschliessenden Bindegewebe, entweder mit unmittelbarer Feuerung oder besser mittelst gespannten Dampfes.

Das Knochenfett wird aus frischen Knochen durch Ausschmelzen, aus alten Knochen mittelst Benzin gewonnen. Zu vielen Zwecken wird Klauenfett gebraucht, das aus Klauen hergestellt und besonders schwer ranzig wird. Es wird auch Knochenöl genannt.

Das Fett der Fische und anderen Seetiere wird unter dem Namen Tran zusammengefasst. Hier sind zunächst die Wale und die Robben zu nennen, die grosse Mengen davon liefern. Der Lebertran wird aus der Leber des Dorsches gewonnen.

Auch die rohe Wolle, von deren Verarbeitung

bereits bei der Herstellung der Pottasche die Rede war, liefert Fett, und zwar wird sie dazu nach dem Auslaugen der Kalisalze mit Seifenlösung entfettet. Das Wollfett ist in seiner Zusammensetzung dem Wachs verwandt und wird für medizinische Zwecke sehr geschätzt. Mit Wasser zu einer gleichmässigen Masse verrieben, dient es zur Herstellung des Lanolins.

Das Bienenwachs findet schon seit den ältesten Zeiten ausgedehnte Anwendung und wird von Bienen aus dem von ihnen gesammelten Zucker erzeugt. Ihm in mancher Hinsicht ähnlich sind auch die Pflanzenwachsarten wie Karnaubawachs, chinesischer Talg und Japanwachs.

Eine besondere Fettart ist das Degras oder Gerberfett, das bei der Sämischgerberei aus den dabei verwendeten Tranen entsteht. Man kann es auch unmittelbar durch Einblasen von Luft in erhitzten Tran herstellen. Es wird namentlich zum Einfetten von Leder benutzt.

Wenn wir zu pflanzlichen Fetten übergehen, so ist hier das Olivenöl oder Baumöl am längsten bekannt. Es wird durch kaltes Auspressen der Oliven gewonnen. Durch nachheriges Ausziehen mit Schwefelkohlenstoff gewinnt man geringere Sorten, die für Speisezwecke nicht brauchbar sind. Haben die Oliven vor dem Auspressen einen Gärungsprozess durchgemacht, so liefern sie das in der Färberei viel verwendete Türkisch-Rotöl oder Tournantöl.

Von einheimischen Ölen ist hier namentlich zu nennen das Rüböl, das aus dem Samen von Rübsen, Raps und Feldkohl hergestellt wird und namentlich früher die wichtigste Ölart bei uns war. Andere

Pflanzenöle sind Sesamöl, Baumwollensaatöl, Mandelöl (nicht zu verwechseln mit Bittermandelöl), Buchenöl, Erdnussöl, Rizinusöl. Von den aus den Tropenländern zu uns kommenden Ölen und Fetten sind das Palmöl, das aus den Früchten der Ölpalme gewonnen wird, das Palmkernöl, aus deren Steinkern hergestellt, sowie das Kokosfett die bekanntesten.

Der Samen des Flachses liefert das Leinöl, das zu den trocknenden Ölen gehört, indem es an der Luft unter Sauerstoffaufnahme zu einem durchsichtigen elastischen Harz eintrocknet. Andere trocknende Öle sind das Hanföl aus dem Hanfsamen, das Mohnöl, das Wallnussöl, das Sonnenblumenöl sowie das chinesische Holzöl, aus den Fruchtkernen des Ölfirnisbaums.

Gehen wir nun zur Verwendung der Fette über, so ist die zu Nahrungszwecken die natürlichste und ursprünglichste, wie ja auch die Fette selber in dem Körper der Tiere und Pflanzen auf Vorrat angehäufte Nahrungsmittel darstellen. Eine besondere Art der zu Nahrungszwecken dienenden Fette ist die Butter, die aus der Milch durch Schlagen gewonnen wird. Sie unterscheidet sich durch ihren hohen Gehalt an Buttersäure wesentlich von den übrigen Fetten. Ausser dem Butterfett enthält die Milch noch Milchzucker, Eiweissstoffe sowie Nährsalze, und natürlich hauptsächlich Wasser.

Als Nachahmung der Butter wird die Margarine hergestellt. Hierzu wird Ochsenfett bei niedriger Temperatur ausgeschmolzen und das Feste vom Flüssigen durch Auspressen getrennt. Die Bestandteile von niedrigerem Schmelzpunkte bilden dann die so-

genannte Margarine, die noch mit Sesamöl oder Erdnussöl versetzt wird. Ausserdem pflegt ihr noch ein geringer Teil wirklicher Butter zugesetzt zu werden, um ihr deren Geschmack zu geben.

Zur Herstellung der Firnisse dienen die sogenannten trocknenden Öle, namentlich das Leinöl. Indem in diesen Ölen gewisse Blei- oder Manganverbindungen in geringen Mengen aufgelöst werden, so erhalten sie hierdurch die Fähigkeit, sehr rasch zu trocknen: sie verwandeln sich in Firnisse. Es entstehen hierbei leinölsaure Metallverbindungen, die sich lösen und hierbei zugleich eine rasche Oxydation des Öles bewirken. Namentlich sind die Mangansalze zur Firnisherstellung sehr geeignet. Die mit ihnen hergestellten Firnisse sind die sogenannten Sikkative.

Die Firnisse dienen zur Herstellung der Ölfarben. Diese Farben sind zwar äusserst haltbar und beständig, verwittern aber doch immerhin im Freien nach einer gewissen Zeit.

Von den eigentlichen Firnissen sind die Lackfirnisse oder fetten Lacke zu unterscheiden. Dieses sind Lösungen von Harzen in Firnis und Terpentinöl. Als solche Harze kommt namentlich der Kopal in Betracht, der sich in Ostafrika findet, sowie der Bernstein. Letzterer ist ein sich an der Ostseeküste findendes Harz längst untergegangener Waldungen. Billigere Sorten von Lack enthalten statt des Kopals oder Bernsteins Kolophonium, den nicht flüchtigen Bestandteil des Fichtenharzes; es wird von dem flüchtigen Teile, dem Terpentinöl, durch Abdestillieren mit oder ohne Dampf getrennt. Die Gewinnung des Harzes geschieht aus lebenden Nadelhölzern durch Einschnitte, aus denen es ausfliesst.

Schliesslich sind noch die sogenannten flüchtigen Lacke zu nennen, wie Spirituslack, Zelluloidlack, Asphaltlack u. s. w., die Lösungen von Harzen, Kollodiumwolle oder sonstigen Stoffen in flüchtigen Lösungsmitteln sind. Beim Aufstreichen der Lacke verdunstet das Lösungsmittel und lässt den gelösten Stoff zurück. Der älteste Lack dieser Art ist der Kollodiumlack, dem der neuerdings empfohlene Zaponlack in seiner Zusammensetzung ähnlich ist.

## Herstellung der Seifen und Kerzen. Glyzerin.

Wenn tierische oder pflanzliche Fette mit ätzenden Alkalien erhitzt werden, so werden sie verseift, das heisst, sie werden in ihre Bestandteile, Glyzerin und Fettsäuren, gespalten. Hierbei bilden sich einerseits fettsaure Alkalien, andererseits freies Glyzerin. Die gewöhnlichen Seifen zerfallen in harte Seifen oder Natronseifen und weiche Seifen oder Kaliseifen. Nur diese beiden Verbindungen sowie auch Ammoniakseifen sind im Wasser löslich, während die übrigen fettsauren Salze unlöslich sind. Ausser den gewöhnlichen Seifen wird Tonerdeseife für die Tränkung wasserdichter Zeuge angewendet. Blei- und Manganseifen sind in den vorhin besprochenen Firnissen enthalten. Auch die in der Heilkunde verwendeten Salben sind vielfach nichts anderes als Seifen.

Zur Herstellung der Seifen werden Fette der verschiedensten Art genommen, namentlich Talg; auch Palmfett sowie für bessere Seifen Olivenöl werden viel angewendet.

Der Vorgang der Seifenherstellung heisst das Sieden. Hierzu dient ein Eisenblechkessel, in dem zu-

nächst das Fett eingeschmolzen wird. Die Alkalilauge wird dann nach und nach zugegeben. Wenn das Sieden fertig ist, was einen Zeitraum von ein bis zwei Tagen erfordert, so wird die Seifenlösung — Seifenleim genannt — einigermassen eingedampft. Alsdann wird Kochsalz zugesetzt, um die Seife auszusalzen, d. h. auszufällen. Denn da die Seife in Kochsalzlösung nicht löslich ist, so scheidet sie sich auf Kochsalzzusatz aus, während das Glyzerin in Lösung bleibt. Statt der Fette kann man auch unmittelbar die freien Fettsäuren benutzen. Diese heissen dann gespaltene, oder wenn sie fast ganz frei von Glyzerin sind, hoch gespaltene Fette.

Hierauf wird die Seife nach Ablassen der Mutterlauge, der sogenannten Unterlauge, mit verdünnter Salzlösung gesotten, wobei die Seife bis etwa zu 10 oder 15% Wasser aufnimmt. Der hierbei stattfindende Übergang der Seife aus dem schaumigen in einen festeren Zustand heisst Klarsieden oder Sieden auf Kern; die Einverleibung von Wasser heisst Schleifen. Entsprechend heisst die so erhaltene Seife mehr oder weniger stark geschliffene Kernseife. Die Seife wird dann in Formen ausgeschöpft, worin sie erstarrt. Schliesslich wird sie mittelst Stahldrähten zerschnitten.

Bei der Herstellung der Kaliseifen verwendet man billigere Ölsorten oder Trane und unterlässt das Aussalzen. Die Seife wird noch warm in Holzfässer gefüllt, worin sie zu der bekannten schmierigen Masse eindickt.

Billigere Seifen werden unter Zusatz von Fichtenharz hergestellt und heissen Harzkernseifen. Noch andere Zusätze, die indessen schon als Verfälschungen zu betrachten sind, sind in den sogenannten gefüllten

Seifen enthalten, namentlich Wasserglas, Soda, Borax, Pottasche, Talk. Insbesondere pflegt Seifenpulver verhältnismässig viel Soda zu enthalten.

Auch ein sehr stark gesteigerter Wassergehalt muss zur Verfälschung der Seifen dienen. Dieser wird namentlich bei der Herstellung der sogenannten Leimseifen erzielt. Diese sind erstarrter, von der Unterlauge nicht durch Aussalzen getrennter Seifenleim und enthalten demnach noch das ganze Wasser, das Glyzerin und alle sonstigen Bestandteile der Unterlauge. Sie werden mittelst Kokosfettes und Palmkernfettes gewonnen, die die Eigenschaft haben, dass der mit ihnen hergestellte Seifenleim ohne weiteres hart wird. Manche derartige Seifen enthalten das Vierfache von Wasser und anderen Zusätzen gegenüber wirklicher Seife.

Besonders sorgfältig hergestellte Seifen sind dagegen die besseren Toiletteseifen, die aus reinen Grundstoffen erzeugt, mittelst Beimischung von ätherischen Ölen wohlriechend gemacht und schliesslich durch Maschinen in Formen fertig gepresst sind. Schlechtere Toiletteseifen sind mit Nitrobenzol — statt Bittermandelöl — versetzte gefüllte Seifen.

Zu Beleuchtungszwecken wurden früher verschiedene Fettarten ohne weiteres benutzt, als die namentlich Bienenwachs, Talg und Walrat in Betracht kamen. Gegenwärtig stellt man Kerzen meistens aus den durch Verseifung der Fette erhaltenen Fettsäuren dar. Zu dieser Verseifung werden sie indessen nicht mit Alkalien versotten, sondern mit Kalkmilch oder Schwefelsäure unter mehreren Atmosphären Druck erhitzt. Hierbei zerfallen sie in freie Fettsäuren, die unter dem Namen Stearin zusammenge-

fasst werden, und in eine wässerige, das Glyzerin enthaltende Flüssigkeit. Sodann werden die rohen Fettsäuren durch Destillation mit Dampf gereinigt, worauf man das Destillat zum Kristallisieren stehen lässt. Schliesslich wird das Stearin dann nochmals kalt ausgepresst, um das bei gewöhnlicher Temperatur flüssige Olein von ihm zu trennen, das zur Seifenherstellung verwendet wird.

Ausser Stearin dient namentlich auch Paraffin — jedes von beiden meist unter Zusatz des anderen — zum Herstellen von Kerzen. Auch Zeresin und Wachs werden in grossen Mengen hierzu verarbeitet; letzteres namentlich für kirchliche Zwecke.

Das bei der Seifen- und Kerzenherstellung abfallende Glyzerin wird als süssender, verdickender oder das Gefrieren erschwerender Zusatz zu vielen Mischungen, auch als schwer frierende Flüssigkeit allein verwendet. Insbesondere dient es aber zur Herstellung des Nitroglyzerins, von dem bei Besprechung der Sprengstoffe noch die Rede sein wird.

## Spiritus, Wein, Bier. Alkohole, Äther und Ester. Ätherische Öle, Alkaloide, Pyridin.

Von den Alkoholen ist der am längsten bekannte der Äthylalkohol oder Weingeist, auch schlechtweg Alkohol genannt, der in reinem Zustande eine umfangreiche industrielle Verwendung erfährt, dagegen als Bestandteil verschiedener zusammengesetzter Flüssigkeiten als Getränk genossen wird.

Die reine Form des Äthylalkohols, der **Spiritus** oder Weingeist, wird wesentlich aus Kartoffeln, aber auch aus Getreide sowie aus Melasse hergestellt. Man unterscheidet bei der Darstellung des Spiritus drei

Vorgänge, nämlich erstens das Maischen, das ist die Verwandlung der Stärke durch die in dem zugesetzten Malz enthaltene Diastase in Zucker — Malzzucker, Maltose —; zweitens die Gärung, das ist die Verwandlung dieses Zuckers durch Hefe in Kohlensäure und Alkohol; drittens die Reinigung des Alkohols durch Destillation.

Dem Maischen geht noch ein Dämpfen der Kartoffeln oder des Getreides voraus, um die Stärke zu verkleistern und damit aufzuschliessen. Gemaischt wird bei 60—65° C., vergoren bei 20—30° C. Bei der Gärung geht schon theoretisch ein Drittel des Kohlenstoffes der Maltose verloren und entweicht als Kohlensäure in die Luft. Überdies aber bleibt man noch um ein Sechstel bis ein Fünftel hinter der theoretischen Ausbeute zurück, so dass also nur etwa die Hälfte des Kohlenstoffes der Kartoffeln oder Getreidearten in den entstandenen Spiritus übergeht.

Etwas abweichend von der Spiritusgewinnung aus Getreide gestaltet sich die Verarbeitung der bei der Zuckerindustrie abfallenden Melasse. Der hierbei verbleibende Rückstand, die Schlempe, wird auf Schlempekohle und diese wieder auf Pottasche verarbeitet. Ein Nebenzweig der Spiritusherstellung ist die Gewinnung von Hefe für Backzwecke, wobei entweder feste, stark gärkräftige Presshefe oder lose, weniger gärkräftige Lufthefe gewonnen wird.

Was die Beimischungen des Alkohols anbetrifft, von denen dieser durch die Destillation gereinigt werden muss, so kommen als solche namentlich die Fuselöle in Betracht, das sind Alkohole mit höherem Kohlenstoffgehalt, Ester und dergleichen. Früher ge-

schah diese Entfuselung auch vielfach durch Filtrieren über frisch ausgeglühte Holzkohle. Man legte eine Zeitlang der Entfuselung des Alkohols übertriebenen Wert bei. Jedoch schadet der Fuselgehalt für seine Anwendung zu industriellen Zwecken nichts, während die Giftigkeit der Alkohol enthaltenden Getränke nicht in dessen Fuselgehalt, sondern in der schädlichen Wirkung des Alkohols auf den Organismus an sich zu suchen ist.

Die Hauptverwendung findet der Spiritus in der chemischen Industrie, als Heizmittel, zum Betriebe von Kraftmaschinen und zu Trinkzwecken.

Während Maischen, Gären und Destillieren die drei Vorgänge bei der Spiritusbereitung sind, so kommt bei der Gewinnung des **Weins** nur die Gärung in Frage, da er aus schon in den betreffenden Pflanzen fertig gebildetem Zucker gewonnen und ohne Destillation unmittelbar verbraucht wird. Wein wird aus den zuckerhaltigen Säften verschiedener Früchte, insbesondere aus dem der Trauben hergestellt. Die Früchte werden hierzu, nachdem sie die nötige Reife erlangt haben, grob gestossen, alsdann gepresst (gekeltert), worauf man den Saft der freiwilligen Gärung überlässt. Ein Zusatz von Hefe ist nicht erforderlich, da sich solche aus den an den Früchten haftenden Keimen von selber entwickelt. Wenn der Wein fast seinen ganzen Zuckergehalt verloren hat, so wird er in Lagerfässer abgezogen und im Keller aufbewahrt. Hierbei findet eine Oxydation verschiedener, in dem Weine enthaltener nicht alkoholischer Bestandteile statt. Dies ist das sogenannte Reifen des Weines. Während der Gärung, der Nachgärung und des Lagerns des Weines scheiden sich aus ihm grosse Mengen von Nieder-

schlägen aus, die aus Hefe, aus Eiweissstoffen sowie aus Weinstein bestehen.

Der rohe Weinstein wird durch Kochen mit Kreide neutralisiert, wobei die Hälfte der an Kali gebundenen Weinsäure als weinsaurer Kalk ausfällt, während die andere Hälfte als neutrales Kalisalz in Lösung bleibt. Letzterer Anteil wird durch Zusatz von Chlorkalzium ebenfalls ausgefällt. Der weinsaure Kalk wird mittelst Schwefelsäure zerlegt, so dass ein Rückstand von Gips und eine Lösung von Weinsäure entsteht, welch letztere in verbleiten Apparaten unter Luftleere eingedampft wird. Die rohe Weinsäure wird mit Knochenkohle entfärbt und durch Umkristallisieren vollends gereinigt.

Weinstein ist das saure Kalisalz der Weinsäure und hat die Zusammensetzung: $C_2H_2(OH)_2(COOH)(COOK)$. Der Weinstein selber, die Weinsäure sowie der Brechweinstein, weinsaures Antimonylkalium, werden namentlich in der Zeugfärberei verwendet.

Der Wein ist bei der grossen Nachfrage und dem verhältnismässig geringen Angebot vielen Verfälschungen ausgesetzt. Um seine Menge zu vermehren, setzt man namentlich dem noch unvergorenen Most Zucker und gleichzeitig Wasser zu, welch ersterer dann mit vergoren wird und so in den Wein eingeht. Ferner setzt man dem Wein Alkohol zu, was namentlich bei sogenannten Südweinen der Fall ist. Schliesslich wird aus den nach der Hauptgärung verbleibenden Trestern mit Hilfe von Zucker und Wasser nach nochmaligem Gären der sogenannte Tresterwein hergestellt.

Namentlich aber sind die sogenannten Süssweine, insbesondere auch der sogenannte Tokaier,

meistens Kunstprodukte, die aus Wasser, Alkohol, Zucker, Dextrin, Glyzerin, Saccharin, Estern und Farbstoffen hergestellt werden. In Deutschland sind Stärkezucker, unreiner Spiritus, Glyzerin, Dextrin, Saccharin, Teerfarbstoffe, Salizylsäure und Borsäure verboten, womit natürlich nicht gesagt ist, dass diese Stoffe nicht in von auswärts kommenden Weinen enthalten sein könnten.

Schaumwein ist ein süsser, grosse Mengen von Kohlensäure enthaltender Wein, welch letztere entweder durch Gärung entstanden oder eingepumpt sein kann. Auch enthält er gewöhnlich noch Spirituosen.

Die sogenannten alkoholfreien Weine werden ohne Gärung hergestellt und durch zweckentsprechende Behandlung, namentlich durch Erhitzen unter Luftabschluss, sterilisiert, so dass eine Entwickelung von Alkohol und Kohlensäure ausgeschlossen ist. Manche dieser alkoholfreien Weine enthalten dagegen künstlich eingepresste Kohlensäure. Unter ihnen ist namentlich auch der Pomril zu nennen, der aus Äpfeln hergestellt wird. Die fabrikmässig dargestellten sogenannten Limonaden, oder wie sie sonst noch genannt werden, sind dagegen keine Fruchtauszüge, sondern künstliche, mit entsprechenden Zusätzen versehene Mineralwässer.

Schliesslich gehört zu den alkoholischen Getränken noch das **Bier**, das ein aus gekeimter Gerste bereitetes, noch in Gärung begriffenes, mehr oder weniger stark kohlensäurehaltiges Getränk ist. Man unterscheidet obergäriges Bier, das durch Vergärung mittelst Oberhefe bei höherer Temperatur und in kleineren Betrieben hergestellt wird, und untergäriges

Bier, das durch Unterhefe bei niedrigerer Temperatur und im Grossbetrieb hergestellt wird. Ersteres, zu dem die sogenannten Braunbiere und Hausbiere gehören, zeichnet sich durch seinen niedrigen Alkoholgehalt vorteilhaft aus, wird aber immer mehr von dem in ungeheuren Mengen fabrikmässig erzeugten untergärigen Bier verdrängt.

Die Herstellung des Bieres ist der Branntweinbereitung im allgemeinen ähnlich, unterscheidet sich aber im einzelnen beträchtlich von ihr. Namentlich fällt bei der Bierdarstellung, ebenso wie bei der des Weins, die Destillation fort, und das Erzeugnis wird ohne weiteres getrunken. Man verwendet als Rohstoff namentlich Gerste. Wenn die Gerste eine genügende Menge Wasser aufgenommen hat, so beginnt das Wachsen des Keimes, wobei sich zunächst die sogenannte Diastase bildet, die die Stärkekörner zu lösen und zu verzuckern beginnt. Nach einigen Tagen wird der Keimvorgang unterbrochen. Die Gerste ist durch dieses sogenannte Mälzen nunmehr in Grünmalz verwandelt. Sie wird nun durch das Darren, das ist durch Erwärmung auf 50—100° C., in Darrmalz verwandelt. Es folgt nun das bei 40—70° C. stattfindende Maischen, wobei das geschrotene Darrmalz mit Wasser angerührt und erwärmt wird, so dass die Stärke des Malzes durch die Wirkung der Diastase in lösliches Dextrin, Maltose, übergeführt wird. Die sich hierbei ergebende Lösung heisst Würze und wird von dem Rückstand, den Trebern, abfiltriert. Die Würze wird nunmehr gekocht und mit Hopfen versetzt, der das Bier haltbar macht. Danach wird sie bei Untergärung auf etwa 5—6° C., bei Obergärung auf 15—20° C. abgekühlt. Man versetzt sie sodann mit Hefe und lässt sie ver-

gären. Ähnlich wie beim Wein findet eine Hauptgärung in offenen Gefässen und eine Nachgärung in Fässern statt.

Es werden auch alkoholfreie Biere hergestellt, jedoch hat deren Fabrikation noch keine grosse Ausdehnung gefunden.

Zu den Alkoholen gehören ferner der Methylalkohol oder Holzgeist, $CH_3OH$, der bei der Destillation des Holzes gewonnen wird, sowie die sogenannten höheren Alkohole, die zum Teil in den bei der alkoholischen Gärung nebenbei entstehenden Fuselölen enthalten sind.

Es reihen sich hier die Äther an, die aus zwei Molekülen desselben oder verschiedener Alkohole durch Austritt von Wasser entstanden sind, sowie die Ester, die aus Säuren und Alkoholen durch Wasseraustritt entstanden sind, z. B. Essig-Ester (fälschlich auch Essig-Äther genannt).

Der bekannteste hierher gehörige Körper ist der gewöhnliche Äther oder Äthyläther, auch Schwefeläther genannt, weil er durch Erwärmen von Alkohol mit Schwefelsäure hergestellt wird. Hierbei dient die Schwefelsäure nur als wasserentziehendes Mittel, ohne aber selbst in die entstehende Verbindung mit einzugehen. Der Schwefeläther ist in seinen Eigenschaften dem Benzin oder Petroläther ähnlich und wird wie dieser als Lösungsmittel für viele organische Stoffe gebraucht. Auch findet er in der Medizin Anwendung.

Die Äther und Ester haben vielfach in dem Zustande gehöriger Verdünnung einen sehr angenehmen Geruch und erteilen vielen Blüten und Früchten den ihrigen. In konzentriertem Zustande sind jedoch diese

Gerüche meist äusserst unangenehm. Die Äther und Ester werden teils aus den betreffenden Naturerzeugnissen ausgezogen, teils künstlich gewonnen. Sie werden vielfach benutzt, um Getränken oder Esswaren einen Geruch und damit auch einen vermeintlichen Geschmack nach irgend welchen Früchten zu geben. So dient Ameisensäureäthylester zur Herstellung eines künstlichen Rums, Buttersäureäthylester zur Vortäuschung von Ananasgeruch u. s. w.

Hier schliesst sich passend die Besprechung der ätherischen Öle an, der Geruchsstoffe der Blüten und wohlriechenden Früchte. Sie sind von sehr verschiedener chemischer Zusammensetzung und werden durch Destillation der Blüten mit Wasserdampf oder durch Ausziehen mit fetten Ölen aus ihnen gewonnen. Viele derartige Riechstoffe werden indessen künstlich dargestellt, und zwar entweder genau in der gleichen Zusammensetzung wie die natürlichen Riechstoffe oder mit einem ähnlichen Geruch, aber verschiedener Zusammensetzung. So kann man z. B. das Bittermandelöl, Benzaldehyd, $C_6H_5CHO$, von genau der gleichen Zusammensetzung, wie es sich in der Natur findet, auch künstlich herstellen. Vielfach wird aber auch statt seiner das billigere sogenannte künstliche Bittermandelöl oder Mirbanöl verwendet, von der chemischen Zusammensetzung $C_6H_5NO_2$, Nitrobenzol, das zwar ähnlich, aber doch nicht so fein riecht wie jenes, und z. B. für billige Seifen sehr viel verwendet wird.

Ebenfalls wesentlich Naturerzeugnisse sind die Alkaloide, das sind stickstoffhaltige Verbindungen mit basischen Eigenschaften und meist stark giftiger oder je nachdem heilkräftiger Wirkung, wovon das Nikotin des Tabaks, das Morphin des Morphiums und

Opiums, sowie das Chinin der Chinarinde mit die bekanntesten sind. Ähnliche Körper werden auch vielfach künstlich dargestellt, z. B. das Antipyrin und viele ähnliche.

Den Alkaloiden verwandt sind auch die namentlich zum Denaturieren des Spiritus dienenden Pyridinbasen, die sich in dem Leichtöl des Steinkohlenteers finden.

---

# Kohlenhydrate, sowie verschiedene andere Stoffe aus dem Gebiete der organischen Chemie.

## Zuckerindustrie.

Unter Kohlenhydraten versteht man eine Klasse von Körpern, deren chemische Gesamtformel eine zahlenmässige Zusammensetzung hat, in der sie als aus Kohlenstoff und Wasser zusammengesetzt erscheinen, z. B. Rohrzucker, $C_{12}H_{22}O_{11} = 12C + 11H_2O$. Sie sind Erzeugnisse der Pflanzenwelt, wo sie aus der Kohlensäure der Luft und dem Wasser des Bodens unter dem Einflusse des Lichtes entstehen, indem sich dabei gleichzeitig Sauerstoff abspaltet. Man kann sie in drei Gruppen einteilen, deren erste die Zuckerarten bilden, während die zweite von der Stärke und die dritte von der Zellulose eingenommen wird.

Die Zuckerarten wiederum zerfallen im wesentlichen in die Monosaccharide, $C_6H_{12}O_6$, zu denen Traubenzucker und Fruchtzucker gehören, sowie die Bisaccharide, wozu Rohrzucker (Rübenzucker), Malzzucker (Maltose), sowie Milchzucker (Lactose) rechnen. Die Formel der letzteren ist $C_{12}H_{22}O_{11}$, also das Doppelte der vorigen, vermindert um ein Molekül Wasser. Eine

weniger bedeutende Rolle spielen dann noch die Trisaccharide, von der Formel $C_{18}H_{32}O_{16}$. Die beiden letzteren Zuckergruppen zerfallen beim Behandeln mit verdünnten Säuren unter Aufnahme von Wasser in mehrere Moleküle der Monosaccharide. Dies ist das sogenannte Invertieren. Die Zersetzung der Zuckerarten durch Gärung unter Bildung von Alkohol und Kohlensäure wurde bereits bei der Industrie der Alkohole besprochen.

Die am längsten bekannte Zuckerart ist der Honig, ein Gemisch von Traubenzucker und Fruchtzucker. Später wurde man mit der Herstellung des Zuckers aus Zuckerrohr bekannt, woraus er auch heutzutage noch in Ost- und Westindien in grossem Massstabe hergestellt wird. Hierbei wird das Rohr ausgepresst und der Saft unter Zusatz von ein wenig Kalk eingedampft. Nach Erreichung einer gewissen Stärke lässt man absitzen, zieht den Saft ab und vollendet das Eindampfen.

In den Ländern mit gemässigter Temperatur wird der Zucker aus der Zuckerrübe gewonnen, die etwa 15% Rohrzucker enthält. Die Rüben werden zunächst gewaschen, dann in kleine Schnitzel zerschnitten, sodann ausgelaugt. Zu letzterem Zweck dienen die sogenannten Diffuseure, stehende eiserne Zylinder von je 3000—5000 Liter Inhalt, deren 8—12 zu einer Reihe vereinigt zu sein pflegen.

Die Auslaugung wird durch Wärme beschleunigt, weshalb man die Übersteigrohre, die ein Gefäss mit dem anderen verbinden, mit Anwärmevorrichtungen versehen hat, in denen die Flüssigkeit allmählich bis auf 80° C. erwärmt wird; eine höhere Temperatur ist wegen der sonst eintretenden Zersetzung des Zuckersaftes indessen nicht anwendbar. Die ausgelaugten

Schnitzel enthalten nur 4—5% Trockenstoff und werden deshalb in Schnitzelpressen ausgepresst, wobei sie etwa die Hälfte ihres Wassers verlieren. Sie werden als Futtermittel benutzt.

Der ausgelaugte Saft führt den Namen Diffusionssaft und wird mittelst Kalk gereinigt. Er wird mit 3% Kalk versetzt, wodurch von den vorhandenen Nichtzuckerstoffen etwa zwei Drittel ausgefällt werden. Gleichzeitig wird der Zucker in eine leicht lösliche Kalkverbindung übergeführt und entgeht dadurch der Ausfällung. Um den Kalk wieder zu beseitigen, wird Kohlensäure eingeleitet, bis die Lösung nur noch ganz schwach alkalisch ist. Das Behandeln mit Kalk nennt man Scheidung und das Einleiten von Kohlensäure Saturation.

Von den entstandenen Schlammmassen wird abfiltriert, sodann mit schwefliger Säure weiter gereinigt. Hierbei fällt noch eine weitere Menge Kalk als schwefligsaurer Kalk aus, da die schweflige Säure auch noch einen Teil des an organische Säuren gebundenen Kalks niederschlägt, dem die Kohlensäure nichts anhaben kann. Auch wirkt die schweflige Säure entfärbend auf die Lösung. Diese Behandlung heisst Nachsaturation.

Der gereinigte Dünnsaft wird nunmehr zur Gewinnung des Zuckers selbst zu sogenanntem Dicksaft eingedampft. Man filtriert dann nötigenfalls noch einmal und dampft weiter auf sogenannte Füllmasse ein, welch letztere Behandlung Verkochen heisst. Das Einkochen der Zuckersäfte geschieht allgemein in Vakuumapparaten mit mehrfacher Wirkung, welche Apparate gerade für die Zuckerfabrikation zuerst hergestellt und von da aus in die übrigen Industrien

übergegangen sind. Sie werden jetzt namentlich auch bei der Herstellung der kaustischen Soda angewandt.

Der schliesslich erhaltene — auf Korn gekochte — Zuckersaft ist ein Kristallbrei vom Aussehen körnigen Honigs und heisst Füllmasse I. Diese wird durch Ausschleudern weiter gereinigt. Da sie hierfür an und für sich zu hart ist, so wird sie zunächst unter Zusatz von Sirup mittelst einer Brechmaische in den breiigen Zustand zurückgebracht. Die abgeschleuderten Kristalle sind als Rohzucker I oder Kornzucker unmittelbar verkäuflich und werden von den Raffinerien zur weiteren Reinigung übernommen. Es ist nämlich nicht jede Zuckerfabrik auch auf das Raffinerieren des Zuckers eingerichtet, sondern letzteres wird nur von einer verhältnismässig kleineren Anzahl von Fabriken ausgeführt.

Der Ablauf von dem Rohzucker I wird wiederum eingekocht, und zwar zunächst ohne dass sich Zuckerkristalle aus ihm ausscheiden; er wird also blank gekocht, wie der Ausdruck lautet. Beim Abkühlen und Stehenlassen bilden sich aus ihm, der Füllmasse II, Zuckerkristalle, die beim Ausschleudern den Rohzucker II ergeben. Entsprechend kann man dann auch noch ein III. und sogar auch IV. Produkt erhalten, welch letzteres herzustellen sich allerdings meist nicht mehr lohnt.

Zum Zwecke des Raffinierens wird der Rohzucker entweder mit gesättigter reiner Zuckerlösung in Zentrifugen ausgewaschen oder wieder aufgelöst, durch Knochenkohle filtriert und wiederum zur Kristallisation eingedampft. Der schliesslich erzielte beste Reinzucker enthält 99,9% Rohrzucker.

Die bei der Herstellung des Rohzuckers sich er-

gebenden zähflüssigen Mutterlaugen heissen Sirupe; namentlich heisst der vom I. Produkt Grünsirup. Die vom letzten Produkt abfallenden unreinen, nicht mehr kristallisationsfähigen Sirupe heissen Melasse und sind eine dicke, schwarzbraune, mehr oder weniger alkalische Flüssigkeit von etwa der Hälfte ihres Gewichtes Zucker. Die Melasse wird entweder entzuckert oder zur Spiritusbereitung verwendet, oder auch unmittelbar als Viehfutter benutzt.

Die Entzuckerung der Melasse geschieht hauptsächlich nach dem sogenannten Strontianverfahren. Strontian bildet mit Rohrzucker ein in heisser Strontianlösung fast unlösliches Saccharat, $C_{12}H_{22}O_{11}.2SrO$, das durch kaltes Wasser langsam zersetzt wird, indem eine an Strontian ärmere Zuckerverbindung, $C_{12}H_{22}O_{11}.SrO$, in Lösung geht. 100 Teile Melasse werden mit etwa 12 Teilen kristallisierten Strontianhydrats vermischt und mit Wasser verdünnt. Man kocht mittelst Dampf, bis sich Saccharat abgeschieden hat, saugt in Filtern die Lauge mit den darin enthaltenen Nichtzuckerstoffen ab und wäscht mehreremale mit heisser Strontianlösung aus. Das abfiltrierte Saccharat wird mit kaltem Wasser in eine strontianhaltige Zuckerlösung und in Kristalle von zuckerfreiem Strontian zerlegt. Es wird nun wieder abfiltriert und aus der Lösung der Strontian mit Kohlensäure ausgefällt.

Die die Nichtzuckerstoffe enthaltende Lösung wird zunächst von dem Strontian befreit, der zum Teil auskristallisiert, zum Teil mit Kohlensäure ausgefällt wird. Er gelangt alsdann in den Kreislauf der Fabrikation zurück.

Die übrigbleibende, zuckerfreie und strontianfreie

Lauge heisst Schlempe; sie wird eingedampft, getrocknet und schliesslich verkohlt. Die Schlempekohle wird dann zur Gewinnung des in ihr enthaltenen Kalis auf Pottasche weiter verarbeitet.

## Die Industrie der Stärke und der ihr verwandten Stoffe.

Die Stärke findet sich in grossen Mengen im Pflanzenreiche, namentlich in den Getreidearten und in vielen Wurzeln, von denen die Kartoffel am wichtigsten ist. Sie besteht aus mikroskopisch kleinen Körnchen, die in den Zellen der Pflanzen eingelagert sind. Diese Stärkekörner werden durch kaltes Wasser nicht verändert, quellen dagegen in heissem Wasser zunächst auf und zergehen dann schliesslich zu einem Kleisterbrei.

Zur Verarbeitung der Kartoffeln auf Stärke werden diese gewaschen und zerrieben. Die Stärkekörner gehen bei dem darauf folgenden Auswaschen mit dem Wasser als Stärkemilch durch ein Sieb hindurch, während die Trümmer der Zellwände zurückbleiben. Man lässt die Stärkemilch sich absetzen und schleudert dann die Stärke aus ihr aus, die darauf bei mässiger Wärme getrocknet wird. Der die übrigen festen Bestandteile der Kartoffel enthaltende Abfall heisst Pülpe und wird als Futter verwendet, während das Wasser, aus dem sich die Stärke abgesetzt hat, das Fruchtwasser, wegen seines Gehaltes an Kali, Phosphorsäure und Stickstoff, also an wirksamen Düngstoffen, zur Berieselung von Wiesen verwendet wird.

Ähnlich ist die Gewinnung der Weizenstärke, der Reisstärke, der Maisstärke u. s. w. Amerikanische Maisstärke heisst Maizena, schottische Mondamin.

Der Sago ist die Stärke der Sagopalme, wird aber auch vielfach durch Körnen von Kartoffelstärke nachgeahmt.

Die Verwendung der Stärke ist sehr mannigfaltig. Sie dient als Nahrungsmittel, zum Stärken der Wäsche — wobei sie sich durch die Hitze des Bügeleisens in einen steifen, glänzenden Überzug von Dextrin verwandelt — zum Appretieren und Beschweren von Geweben, beim Zeugdruck, als Puder, sowie zur Herstellung von Dextrin und Stärkezucker.

Zwischenerzeugnisse zwischen Stärke und Zucker sind die sogenannten Dextrine, die in grossen Mengen als Ersatz der ihnen im übrigen nahe verwandten natürlichen Gummiarten, insbesondere des arabischen Gummis, zu Klebezwecken verwendet werden. Während man die Stärke erst kochen muss, um aus ihr den klebenden Stärkekleister herzustellen, so ist dies bei den Dextrinen nicht nötig.

Die Dextrine werden als Röstdextrine und als Säuredextrine hergestellt. Erstere werden durch Erhitzen der Stärke auf etwa 200° C. gewonnen, letztere durch Besprengen der Stärke mit geringen Mengen von Salpetersäure oder Salzsäure und nachträgliches Erhitzen auf etwa 150° C. Die Dextrine enthalten mehr oder weniger unveränderte, jedoch schon in kaltem Wasser lösliche Stärke. Die Säuredextrine enthalten oft 10% oder mehr Traubenzucker (Dextrose).

Die Säuredextrine bilden den Übergang zum Stärkezucker. Dieser, auch Glukose genannt, ist ein Gemisch von Kohlenhydraten, das bei der Einwirkung von Säuren auf Stärke entsteht und das wesentlich Dextrose (Traubenzucker) enthält. Letzterer Bestandteil ist in Wasser sehr leicht löslich und kristal-

lisiert daraus in feinen Nädelchen. Man verwendet zum Umsetzen der Stärke in Stärkezucker Salzsäure bei 2—3 Atmosphären Überdruck. Man stellt entweder festen, kristallinischen Stärkezucker oder flüssigen Stärkesirup her; ersterer enthält vorwiegend Dextrose, letzterer Dextrine. Der Stärkezucker dient als geringwertiger Ersatz für Rohrzucker.

Beim Eindampfen einer mit Soda alkalisch gemachten Stärkezuckerlösung auf 220° entsteht die sogenannte Zuckercouleur, die namentlich als Färbemittel für alkoholische Getränke benutzt wird.

## Zellulose und Papierfabrikation.

Die dritte Gruppe der Kohlenhydrate bildet die Zellulose, die sich in der Natur am reinsten in der Baumwollfaser findet. Sie bildet neben Holzsubstanz auch den wesentlichen Bestandteil der Hölzer.

Das Papier besteht aus miteinander verfilzten Zellulosefasern, ist aber ganz allgemein noch mit verschiedenen anderen Stoffen versetzt. Vollkommen reine Zellulose ist nur das zu chemischen Zwecken dienende Filtrierpapier. Soll das Papier zu Schreibzwecken dienen, so werden seine Poren durch Leimung oder mit Mineralstoffen gefüllt. Das Leimen geschieht entweder mit tierischem Leim, dem gewöhnlichen, aus Knochen gewonnenen Leim, oder mit sogenanntem vegetabilischen Leim, der aus Kolophonium hergestellt ist. Die sogenannten Füllstoffe bestehen aus Schwerspat, Gips, Kaolin und anderen Mineralstoffen.

Der älteste und beste Rohstoff für das Papier ist das Leinen; das aus leinenen Lumpen gewonnene Papier ist bei weitem am haltbarsten, namentlich auch,

wenn es nicht mit zu viel mineralischen Bestandteilen gefüllt ist.

Die für die Papierfabrikation verwendeten Lumpen werden in kugelförmigen Kochern unter Druck mit Kalk erhitzt, um die Fette zu verseifen und die Verunreinigungen zu lösen. Hierauf wird die Masse in sogenannten Holländern zerfasert und gewaschen, schliesslich mit Chlorkalklösung oder auf elektrolytischem Wege gebleicht. Der Holländer dient auch dazu, den Leim und die Füllstoffe, wie auch nötigenfalls die Farbstoffe dem Papier zuzumischen. Der Papierbrei fliesst darauf über ein Sieb, das sich in rüttelnder Bewegung befindet und durch das ein grosser Teil des Wassers bereits abfliesst. Hierauf wird zwischen Walzen und geheizten Zylindern der Rest des Wassers ausgepresst und verdunstet. Feinere Papiere werden mit Handsieben geschöpft und heissen Büttenpapiere. Bei ihnen wird also jeder Bogen einzeln hergestellt. Das Kennzeichen der Büttenpapiere ist wesentlich das Wasserzeichen, das sich aus dem Schöpfsieb auf dem Papier abbildet.

Seitdem in der neueren Zeit der Bedarf an Papier so sehr gestiegen war, dass die Lumpen nicht hinreichten, um ihn zu decken, so begann man, sich auch des Holzes als Rohstoff für seine Herstellung zu bedienen. Hierzu werden Fichtenholzscheite in kleine Stücke zerschnitten und in Kochern mit einer Lösung von saurem Kalziumsulfit (Bisulfit) längere Zeit unter Druck erhitzt, bis die sogenannte Ligninsubstanz gelöst und die eigentliche Zellulose in Freiheit gesetzt ist. Die hierbei entstehenden Lösungen von ligninsulfosaurem Kalk haben leider bis jetzt noch keine nutzbringende Verwendung gefunden und bilden bei

ihrer grossen Menge eine Quelle für viele Beschwerden der Fabriken sowohl wie der Umwohner.

Die den Kocher verlassende Zellstoffmasse wird alsdann gewaschen und gereinigt, unter Umständen auch noch gebleicht. Ist sie fertig, so bildet sie eine feinfaserige, weiche Masse, deren einzelne Teilchen Ähnlichkeit mit der Baumwollfaser haben, aber bedeutend kürzer sind. Sie bildet heute das Hauptmaterial für die Papierfabrikation. Schlechtere Papiersorten erhalten ausserdem noch einen Zusatz von Holzschliff, das ist von ohne weitere chemische Behandlung zerkleinerter Holzmasse.

Auch Stroh dient zur Herstellung von Papier, wird aber nicht mit Sulfit, sondern mit Natronlauge aufgeschlossen.

Taucht man ungeleimtes Papier kurze Zeit in Schwefelsäure und wäscht diese dann aus, so erhält man das Pergamentpapier, das dem tierischen Pergament sehr ähnlich ist. Seine Fasern sind durch den Einfluss der Schwefelsäure stark gequollen. Ähnlich wie Schwefelsäure wirkt auch Chlorzink. Das mit Chlorzink pergamentierte Papier dient zur Herstellung der sogenannten Vulkanfiber.

Anders ist die Herstellung des sogenannten Pergamentersatzes, der aus feingemahlenem Holzstoff dargestellt wird, sowie des Zelluliths, einer aus noch feiner zerkleinertem Holzstoff gewonnenen hornartigen Masse.

## Tinte.

Im Anschlusse an die Herstellung des Papiers sei auch die der Tinte beschrieben. Als solche war bis vor noch nicht so langer Zeit ausschliesslich Eisen-

gallustinte in Gebrauch, die man durch Vermischung von Tannin oder einem wässerigen Galläpfelauszug mit Eisenvitriollösung darstellte. Es entstehen hierbei gerbsaure und gallussaure Eisenverbindungen, die tiefschwarz gefärbt sind.

Die Alizarintinte enthält ausser den Bestandteilen der Eisengallustinte noch freie Indigosulfonsäure, die ihr eine tiefblaue Färbung gibt. Auch Blauholztinten sind vielfach im Gebrauch. Die gewöhnlichen gefärbten Tinten sind meistens nichts weiter als wässerige Lösungen von Anilinfarben.

Um die verschiedenen Tinten zu verdicken und das Absetzen derjenigen Tinten zu verhindern, die, wie die Eisengallustinte, nicht nur aus einer Lösung bestehen, sondern die färbenden Stoffe in freischwebendem Zustande enthalten, setzt man Gummi zu. Säuren oder antiseptische Stoffe werden zur Verhinderung des Schimmelns beigemengt.

Kopiertinte muss längere Zeit feucht bleiben und enthält deshalb einen Zusatz von Glyzerin, der das rasche Austrocknen verhindert.

Die Tinte des Altertums bestand aus Russ, der mit einem schleimigen Bindemittel hergestellt war. Ebenso besteht auch die chinesische Tusche wesentlich aus Russ. Diese russhaltigen Tinten sind am beständigsten, da sie den atmosphärischen Einflüssen vollkommen widerstehen.

## Leim, Leder und Gerbstoffe.

Der Leim entsteht aus stickstoffhaltigen tierischen Stoffen durch Kochen und wird demgemäss aus Knochen wie aus Hautabfällen gewonnen. Das organische Gewebe der Knochen löst sich in kochen-

dem Wasser zu Leim auf. Man legt die Knochen in verdünnte Salzsäure, bis alle Mineralstoffe aufgelöst sind, wäscht mit Kalkwasser aus und löst den zurückbleibenden Knorpel in heissem Wasser auf. Aus 100 Teilen Knochen erhält man etwa 16 Teile Leim, 35 Teile phosphorsauren Kalk, den man aus dem salzsauren Auszug durch Fällen mit Kalk gewinnt, und 8 Teile Fett, das beim Lösen des Knorpels zurückbleibt.

Ein anderes Verfahren zur Leimgewinnung aus Knochen besteht darin, dass man die Knochen zunächst mit Benzin entfettet und dann den Leim durch heisses Wasser auszieht. Die übrigbleibenden Mineralstoffe werden ohne weiteres als Kunstdünger verwendet. Bei letzterem Verfahren arbeitet man billiger, erhält aber keinen so guten Leim.

Zur Verarbeitung von Haut- und Lederabfällen auf Leim werden die Rohstoffe mehrere Wochen mit Kalkmilch eingelegt, dann mit Wasser gekocht, wobei der Leim in Lösung geht. Die Leimlösung wird abfiltriert und eingedampft. Der Leim wird dann auf mit Bindfadennetzen bedeckte Tafeln ausgegossen und getrocknet.

Eine besondere Art Leim ist die Gelatine, die aus reinen Schafsfellen hergestellt wird, sowie die Hausenblase, die aus der inneren Haut der Schwimmblase von Fischen gewonnen wird. Sie werden wegen ihrer Reinheit zu Speisen benutzt, haben aber wenig Klebekraft.

Wird die tierische Haut nicht durch Kochen zerstört, sondern soll sie haltbar gemacht werden, so wird sie gegerbt. Dies ist der Gegenstand der Lederbereitung. Man unterscheidet die Lohgerberei, wobei man Gerbsäure verwendet, die Sämisch- oder Ölger-

berei mit fetten Ölen sowie die Mineralgerbung mit Kochsalz, Chromoxyd oder anderen Mineralstoffen.

Bei der Lohgerberei werden die Gerbstoffe der Eichenrinde, der Fichtenrinde, der Galläpfel oder ähnlicher Stoffe benutzt. Die Häute werden enthaart, in Kalk eingelegt, wieder entkalkt und mit Gerbstoff durchtränkt, indem man z. B. das Leder mit gemahlener Eichenlohe, abwechselnd geschichtet, bis zu drei Jahren liegen lässt. Neuerdings arbeitet man aber auch schneller.

Die Sämischgerberei liefert ein weiches, gelblich gefärbtes, fast wolliges Leder, das namentlich zu Militärhandschuhen und dergleichen verwendet wird.

Die Gerberei mittelst Alaun und Kochsalz heisst Weissgerberei und ist der Lohgerberei ähnlich. Sie liefert insbesondere auch die Glacéhandschuhe.

Neuerdings ist auch die Chromgerberei vielfach aufgenommen worden. Auch wird gegenwärtig das Gerben mitunter mit Elektrizität beschleunigt; jedoch hat dieses Verfahren noch keine weitere Anwendung gefunden.

## Kautschuk.

Kautschuk ist ein in den Milchsäften mancher Pflanzen enthaltener Kohlenwasserstoff, der durch Einschnitte aus südamerikanischen und indischen Pflanzen gewonnen wird. Durch Kneten mit Schwefel, Eintauchen in geschmolzenen Schwefel und Erhitzen, oder durch Eintauchen in eine Mischung von Schwefelkohlenstoff oder Petroleum und Chlorschwefel, oder durch die Einwirkung von Dämpfen dieser Stoffe wird er vulkanisiert und behält dann seine Elastizität auch in der Kälte. Durch stärkeres Vulkani-

sieren wird er in **Ebonit** oder **Hartgummi** verwandelt. Vulkanisierter Kautschuk und Hartgummi sind oft mit grossen Mengen von Mineralstoffen versetzt.

---

## Zündmittel, Schiesspulver und Explosivstoffe.

Von Zündmitteln kommen in erster Linie die **Zündhölzer** in Betracht, nämlich Phosphorzündhölzer und schwedische oder Sicherheitszündhölzer. Zur Herstellung der ersteren werden kleine Holzstäbe zunächst in geschmolzenen Schwefel oder in Paraffin eingetaucht, sodann am Kopf mit einer Zündmasse versehen, die aus etwa ein Zwanzigstel Phosphor, der Hälfte Bleisuperoxyd, Salpeter, Mennige, Braunstein oder dergleichen besteht, während der Rest wesentlich Dextrin oder ein sonstiges Bindemittel ist. Beim Reiben entzündet sich der Phosphor, setzt dann den Kopf, die Schwefelschicht und schliesslich das Holz in Brand.

Die Giftigkeit und Gefährlichkeit des Phosphors gab Veranlassung zur Erfindung der zuerst in Schweden hergestellten Sicherheitszündhölzer, deren Zündmasse aus chlorsaurem Kali, Schwefelantimon, Glaspulver und Dextrin besteht, und die sich nicht überall, sondern nur auf besonderen Reibflächen entzündet, welch letztere mit einer Mischung von rotem Phosphor, Schwefelantimon und Dextrin bestrichen sind.

Die in der **Feuerwerkerei** gebrauchten Zündsätze bestehen wesentlich aus Mehlpulver, das heisst aus mehlfeiner Schiesspulvermischung. Dadurch, dass die Mischung nicht gekörnt ist, brennt sie viel langsamer ab als eigentliches Schiesspulver und vermag

keine Sprengwirkungen mehr auszuüben. Ausserdem enthalten sie noch andere Zusätze, die teils die Brennbarkeit noch weiter vermindern, teils auch der Flamme eine besondere Färbung geben sollen, wie z. B. Strontiumverbindungen, die rot, oder Baryumverbindungen, die grün färben u. s. w.

Am längsten von allen hier zu behandelnden Körpern ist das Schiesspulver bekannt, auch Schwarzpulver genannt, das viele hundert Jahre hindurch allein für Schiess- und Sprengzwecke dienen musste.

Es besteht aus einer Mischung von Kalisalpeter, Kohle und Schwefel. Das frühere deutsche Militärpulver enthielt 76% Kalisalpeter, 15% Kohle und 9% Schwefel. Während Salpeter und Schwefel chemisch rein sein müssen, so nimmt man als Kohle Holzkohle, die ausser Kohlenstoff noch Wasserstoff, Sauerstoff und eine gewisse Menge Asche enthält.

Die einzelnen Bestandteile werden in Kugelmühlen gemahlen und vorsichtig gemischt. Das hierbei zunächst entstehende Mehlpulver wird in der Feuerwerkerei zu Zündschnüren und dergleichen verwendet. Für die Pulverdarstellung wird es weiter gemahlen und zwischen Platten gepresst, sodann gekörnt, gesiebt, getrocknet und in sich drehenden Trommeln mit etwas Graphit poliert.

Die Verbrennung des Pulvers geschieht unter starker Rauchentwickelung, was daher rührt, dass hierbei neben 43% Gasen noch 57% feste Verbrennungsrückstände entstehen.

Um diese Rauchbildung zu vermeiden und zugleich eine stärkere Kraftentwickelung erzielen zu können, ist man daher in letzten Jahrzehnten ziemlich allgemein zur Einführung des rauchlosen Pulvers überge-

gangen, das aus den gleich zu besprechenden Nitrosprengstoffen durch geeignete Behandlung hergestellt wird.

Was diese anbetrifft, so zeichnen sich viele Nitroverbindungen und Salpetersäureester aus dem Gebiete der organischen Chemie durch leichte Zersetzbarkeit aus, so dass eine Reihe von ihnen als Sprengstoff hat Verwendung finden können.

Der erste Vertreter dieser Klasse von chemischen Körpern war das Nitroglyzerin, eigentlich Salpetersäureglyzerinester, $C_3H_5(ONO_2)_3$. Dieses wird hergestellt durch die Einwirkung von einem Gemische konzentrierter Salpetersäure mit konzentrierter Schwefelsäure auf wasserfreies Glyzerin. Während hierbei die Salpetersäure sich mit dem Glyzerin verbindet, so hat die Schwefelsäure den Zweck, das dabei gleichzeitig freiwerdende Wasser zu binden, sowie ferner das in der Salpetersäure allein lösliche Glyzerin auszufällen. Das Nitroglyzerin ist eine Flüssigkeit und hat stark giftige Eigenschaften. Wegen seiner Gefährlichkeit und der Unbequemlichkeit seiner Handhabung wird es als solches kaum mehr angewendet. Dagegen findet es eine grosse Verwendung namentlich in Form von Dynamit. Tränkt man Kieselguhr mit Nitroglyzerin, so entsteht eine etwa 25 % Kieselguhr enthaltende, leicht formbare Masse, die sehr bequem zu handhaben ist, der Dynamit.

Der Zusatz von Kieselguhr ist natürlich hierbei nur ein Ballast, da er selber nicht explosiv ist. Statt seiner kann man auch andere Stoffe verwenden, die an der chemischen Umsetzung der Explosion teilnehmen. Derartige Mischungen sind z. B. Karbonit, Lithofrakteur und namentlich Spreng-

gelatine, welch letztere etwa aus sieben Achtel Nitroglyzerin und einem Achtel Kollodiumwolle besteht.

Diese letztere ist nahe mit der Schiessbaumwolle verwandt. Zu deren Herstellung wird Zellulose, als die hier reine Baumwolle in Betracht kommt, durch ein Gemisch von Salpetersäure und Schwefelsäure, ähnlich wie es mit dem Glyzerin der Fall ist, in die Salpetersäureverbindung verwandelt. Gegenüber dem Nitroglyzerin ist jedoch die Nitrozellulose kein einheitlicher chemischer Körper, sondern besteht aus einem Gemische verschiedener stark nitrierter Nitrozellulosen. Nach dem Nitrieren wird die Schiessbaumwolle ausgeschleudert und gut gewaschen, dann in einem, dem Holländer der Papierfabriken entsprechenden Apparat zerkleinert, nochmals gewaschen und schliesslich getrocknet.

Ähnlich der Schiessbaumwolle, jedoch mit einem geringeren Gehalte an Salpetersäure, ist die Kollodiumwolle. Sie ist nicht explosiv und sehr leicht in einem Gemische von Alkohol und Äther löslich. Die ätherische Lösung, Kollodium genannt, hinterlässt beim Eintrocknen die Kollodiumwolle als durchsichtiges Häutchen und fand namentlich früher in der Medizin sowie in der Photographie verbreitete Anwendung. Heute dient sie insbesondere, wie bereits erwähnt, im Gemisch mit Nitroglyzerin zur Herstellung von Sprengstoffen sowie für rauchloses Schiesspulver.

Auch das Zelluloid muss hier angeführt werden, obschon es kein Sprengstoff ist. Es wird aus Kollodiumwolle in Gemisch mit Kampher und unter Zusatz von verschiedenen anderen Körpern hergestellt und ist in der Industrie zu vielen Zwecken sehr beliebt. Sein Hauptfehler ist seine sehr leichte Entzündlichkeit.

Die Kollodiumwolle dient ferner noch zur Herstellung künstlicher Seide, worüber in dem Abschnitt Textilindustrie bereits einige Mitteilungen gemacht sind.

Was die Herstellung des rauchlosen Schiesspulvers anbetrifft, so wird dieses aus Schiessbaumwolle und Kollodiumwolle hergestellt, indem man ein Gemisch davon mit einer Mischung von Alkohol und Äther in geschlossenen Gefässen knetet und dadurch in eine formbare Masse verwandelt. Diese wird dann zu dünnen Platten ausgewalzt und in kleine Plättchen oder Stengelchen zerschnitten. Auch erhält das Pulver manchmal noch einen Zusatz von Kampher.

Ein anderer Grundstoff für Sprengstoffe ist die Pikrinsäure, Trinitrophenol, $C_6H_2(NO_2)_3OH$. Diese ist im Gegensatz zu der Nitrozellulose eine wirkliche Nitroverbindung und wird durch Nitrieren von Karbolsäure, $C_6H_5OH$, hergestellt. Sie selbst ist allerdings nur schwierig zur Explosion zu bringen, weshalb man sie auch nicht zu den eigentlichen Sprengstoffen rechnet. Jedoch sind ihre Salze sehr stark explosiv. Sie bildet den wesentlichen Bestandteil der Sprengstoffe Melinit, Lyddit und verschiedener anderer.

In Bergwerken zu verwendende Sprengstoffe werden vielfach als sogenannte Sicherheitssprengstoffe hergestellt. Das heisst, man gestaltet deren Zusammensetzung so, dass die Verbrennungstemperatur möglichst niedrig und die Explosionsdauer möglichst kurz ist, um dadurch eine Entzündung der in den Bergwerken enthaltenen Gase zu vermeiden.

Ferner gehört zu den Sprengstoffen noch das in seiner chemischen Zusammensetzung von den vorigen stark abweichende Knallquecksilber. Es ist von äusserst kräftiger Wirkung und sehr gefährlich, so dass

es nicht als eigentlicher Sprengstoff, sondern nur zum Füllen von Zündhütchen angewendet wird. Es wird durch Eingeben von Alkohol in eine Lösung von Quecksilber in viel Salpetersäure hergestellt und besitzt die Zusammensetzung $HgC_2N_2O_2$.

Die Sprengstoffe explodieren meistens nur durch Schlag oder durch elektrische Zündung oder durch Einwirkung eines anderen explodierenden Körpers, der als Zünder dient und als der für gewöhnlich Knallquecksilber benutzt wird. Werden sie angezündet, so brennen viele Sprengstoffe nur mehr oder weniger heftig ab, ohne zu explodieren, im Gegensatz zum gewöhnlichen Schiesspulver, das nicht durch Stoss, wohl aber durch Anzünden zur Explosion gebracht wird.

---

## Glas- und keramische Industrie. Ziegel.

### Glasindustrie.

Die Glas- und keramische Industrie werden im gewöhnlichen Leben nicht mit zu der chemischen Industrie im eigentlichen Sinne des Wortes gerechnet. Da sie jedoch in den Handbüchern der chemischen Technologie stets mit abgehandelt zu werden pflegen, so werden wir sie hier um so mehr zu besprechen haben, als die in ihnen verwendeten Stoffe, während sie in den Schmelzöfen oder in den Brennöfen erhitzt werden, immerhin doch chemische Umwandlungen zu erleiden haben.

Namentlich ist dies beim Glase der Fall, bei dem das entstandene Erzeugnis von den Teilen, aus denen es erschmolzen wurde, gänzlich verschieden ist. Man kann annehmen, dass richtig zusammengesetzte Gläser im allgemeinen etwa folgender Formel entsprechen:

$R_2O . RO . 6SiO_3$. Das heisst, die Gläser enthalten auf 6 Moleküle Kieselerde etwa 1 Molekül eines einwertigen und 3 Moleküle eines zweiwertigen Metalloxydes. Als einwertige Metalloxyde kommen namentlich in Betracht Natron und Kali, als zweiwertige Kalk und Bleioxyd.

Während das gewöhnliche Glas meistens Natron-Kalkglas oder auch Kali-Kalkglas ist, so ist das sogenannte Kristallglas je nach seiner Herkunft verschieden zusammengesetzt. Man unterscheidet Bleikristall, der Kalibleiglas ist, und bleifreien Kristall, der gutes Kalikalkglas ist. Ferner unterscheidet man noch als Halbkristall ein zwischen dem gewöhnlichen und dem Bleiglas in der Mitte stehendes Glas, das je nachdem Kali-Kalk-Bleiglas oder ein besonders sorgfältig hergestelltes Kalikalkglas ist. Ersteres heisst auch Spezialkristall. Die Bleigläser kann man durch ihren schönen Klang und durch ihr stärkeres Lichtbrechungsvermögen von den Kalkgläsern unterscheiden.

Ausser dem eben besprochenen Hohlglas unterscheidet man ferner noch Tafelglas, Spiegelglas und Fensterglas. Tafelglas und Spiegelglas sind gewalzt, und zwar ist Tafelglas das geringere, Spiegelglas das feinere Erzeugnis. Fensterglas ist dagegen nicht durch Walzen in Scheibenform gebracht, sondern aus geblasenen Zylindern hergestellt, die aufgeschnitten und gestreckt worden sind.

Die farbigen Gläser werden im Verhältnis nur in geringen Mengen dargestellt, wenn wir von den sogenannten ordinären Gläsern absehen, bei denen die Färbung sich im wesentlichen als eine Folge der Verunreinigungen des Glasgemenges ergibt. Zum Glas-

färben dienen die verschiedensten Oxyde, die wiederum, je nachdem man in oxydierender oder reduzierender Atmosphäre schmilzt, oft sehr verschiedene Färbungen ergeben.

Eine besondere Art des Färbens der Gläser bildet das, was man unter Entfärbung versteht. Wie bereits angedeutet, strebt das in der Glasmasse stets als Verunreinigung enthaltene Eisen dahin, dieses je nachdem grün bis braun zu färben. Es wird demnach durch geeignete Mittel dafür gesorgt, dass diese Färbung wieder aufgehoben wird, und zwar dient hierzu seit altersher namentlich der Braunstein. Indem man ihn dem Glase zusetzt, übt er einerseits auf die darin enthaltenen Eisenverbindungen eine oxydierende Wirkung aus und verwandelt sie in gelb bis braun färbende Eisenoxydverbindungen. Andererseits färbt das in dem Braunstein selbst enthaltene Mangan das Glas violett. Gelb und violett wirken nun als Ergänzungsfarben und lassen das Glas weiss erscheinen, vorausgesetzt, dass nicht von den beiden Stoffen zu viel vorhanden ist und nachher dann das Glas nicht weiss, sondern mehr oder weniger grau aussieht.

Die Herstellung der Gläser geschieht in der Art, dass das Gemenge, untermischt mit Scherben und Abfällen des nämlichen Glases, in aus feuerfestem Ton hergestellte Schmelzgefässe — Häfen — eingebracht wird. Diese sind in zur Erzielung der höchsten Hitze fähige Heizöfen derartig eingebaut, dass entweder die ganze Sohle eines Ofens von einem einzigen Schmelzgefässe eingenommen wird, das dann von der nur von oben wirkenden Ofenhitze erwärmt wird, oder es sind eine Anzahl kleinerer Schmelzgefässe derartig in den Ofen eingesetzt, dass sie ringsum von den Flammen um-

spült werden. Die nach ersterem System gebauten Öfen heissen Wannenöfen und werden ausschliesslich mittelst Gasfeuerung erhitzt. Die nach letzterem System gebauten Öfen sind Hafenöfen und werden entweder mit Gasfeuerung oder mit direkter Feuerung erhitzt, welch letztere je nach dem vorhandenen Brennstoff für Steinkohle, Braunkohle oder Holz eingerichtet ist. Man unterscheidet in den Hafenöfen ferner noch solche mit offenen Häfen und solche mit geschlossenen Häfen. Bei ersteren haben die Feuergase Zutritt in das Innere der Häfen, bei letzteren sind die Häfen oben mittelst einer Haube bedeckt, die durch die Wand des Ofens hindurch ins Freie führt, so dass sie von den Feuergasen nach Möglichkeit unabhängig sind. Nur in bedeckten Häfen ist es möglich, auch die feinsten Farbenschattierungen mit Sicherheit herzustellen, wogegen die sich heute immer mehr und mehr einbürgernden Wannenöfen für die Massenherstellung billiger Gläser ausserordentlich geeignet sind.

Man unterscheidet im allgemeinen bei den modernen mit Gasfeuerung betriebenen Glasschmelzöfen das Regenerativ- und das Rekuperativsystem. Bei ersterem durchströmen die heissen als Verbrennungsprodukte aus dem Ofen entweichenden Gase einen mit Steinen ausgesetzten Raum, den sogenannten Regenerator, und geben ihre Hitze an diesen ab. Von Zeit zu Zeit wird dann der Gasweg so umgestellt, dass die Verbrennungsgase einen anderen ebenso eingerichteten Raum durchstreichen, während der erste Raum nunmehr zur Zuleitung der zu verbrennenden Gase einerseits, der zur Verbrennung dienenden Luft andererseits benutzt wird. Diese nehmen alsdann die in ihm vorher aufgespeicherte Hitze auf und werden

dadurch befähigt, nun eine um so stärkere Heizwirkung auszuüben. Hat dann der betreffende Regenerator genügend Wärme abgegeben, so wird abermals eine Umstellung des Gasweges vorgenommen und nun die in dem anderen Regenerator — oder Wärmespeicher — enthaltene Hitze nutzbar gemacht.

Bei dem Rekuperativsystem findet eine derartige Umstellung nicht statt, sondern die heissen, aus dem Ofen entweichenden Gase werden in ein System von dünnwandigen Kanälen verteilt, deren Wandungen andererseits von den in den Ofen eintretenden zu verbrennenden Gasen wie von der zuströmenden Luft umspült werden. Es findet alsdann durch jene dünnen Wände ein fortwährender Austausch der Wärme statt.

Als Natronquelle wendet man bei der Herstellung des zum Erschmelzen der Gläser dienenden Gemenges namentlich bei feineren Gläsern Soda, sonst aber auch vielfach Sulfat an. Soll die Schmelze oxydierend wirken, z. B. auf gleichzeitig eingebrachte färbende Oxyde, so gibt man auch Natronsalpeter zu. Kali wird als Pottasche, zum Teil auch als Kalisalpeter angewendet. Für geringere Glassorten dienen Feldspäte, Trachyte und andere Silikate als Kieselerde- und Alkaliquelle. Dagegen werden bessere Gläser von kieselhaltigen Stoffen nur mit Sand erschmolzen. Kalk wird gewöhnlich als Kalkspat, auch als Kreide oder als gebrannter Kalk angewendet. Blei wird stets als Mennige verwendet, da diese reiner ist als Bleioxyd.

Nachdem der Glassatz gehörig geschmolzen und geläutert ist, erfolgt seine Verarbeitung zu Hohlglas in den meisten Fällen durch Blasen. Das heisst, der Glasmacher nimmt etwas von dem Glase mit einem eisernen Rohr, der sogenannten Pfeife, heraus,

und indem er Luft durch das Rohr bläst, die Glasmasse andererseits mit Zangen, Formen und dergleichen weiter bearbeitet, stellt er das gewünschte Gefäss her. Auch gewöhnliches Fensterglas wird durch Blasen hergestellt, indem man erst Zylinder formt, die dann aufgeschnitten und aus denen durch Strecken die Scheiben hergestellt werden.

Eine andere Bearbeitungsform des Glases ist das Pressen. Man bringt die Glasmasse in geeignete eiserne Formen, in denen sie mittelst Stempeldrucks die gewünschte Gestalt erhält. Das Pressen ist namentlich für billige Massenerzeugnisse sehr gebräuchlich.

Tafelglas und Spiegelglas werden gewalzt, die Glasmasse wird glühend auf eiserne Tische ausgegossen und zu Platten ausgewalzt. Bei der Herstellung von Spiegelglas werden letztere ausserdem noch geschliffen.

Die weitere Bearbeitung des Glases durch Schleifen, Gravieren, Bemalen, Vergolden u. s. w. hier zu schildern, würde zu weit führen, gehört auch mehr in das Gebiet der mechanischen als der chemischen Technologie.

## Keramische Industrie.

Unter keramischen Erzeugnissen pflegt man eine ganze Reihe von Waren zusammenzufassen, die im grossen und ganzen als aus Ton geformt und danach gebrannt bezeichnet werden können. Die eigentliche keramische Industrie umfasst die Industrie des Porzellans, des Steinzeugs, der Fayence, des Steingutes und der Terrakotta, während die Ziegelindustrie nicht eigentlich mehr zu ihr gerechnet wird, sondern einen besonderen Zweig für sich bildet.

Das feinste von allen keramischen Erzeugnissen ist das Porzellan, das aus der feinsten Tonerde, dem Kaolin, hergestellt wird. Letzterer wird indessen nicht als solcher verwendet, sondern nur mit einer Reihe von dem jeweiligen Verwendungszweck entsprechenden Zusätzen gemischt, wovon namentlich Feldspat in Betracht kommt. Je reicher die Porzellanmasse an Kaolin ist, desto schwerer schmelzbar und desto widerstandsfähiger gegen chemische Einflüsse und gegen Temperaturwechsel ist sie. Je mehr Flussmittel, insbesondere Feldspat dagegen in ihr enthalten sind, desto leichter schmelzbar ist sie. Das Brennen des Porzellans wie der verwandten Erzeugnisse überhaupt beruht darauf, dass ihrem Schmelzen ein Sintern vorhergeht, in welchem Zustande die Masse dicht und undurchlässig wird, aber doch noch ihre Form behält. Je weiter diese beiden Temperaturen auseinanderliegen, desto leichter ist, bei übrigens gleichen Verhältnissen, ein guter Brand zu erzielen.

Das Porzellan wird zum kleinsten Teile unglasiert hergestellt, meistens aber mit einer Glasur versehen. Letztere besteht aus einer leichterflüssigen keramischen Masse, mit der die meist bereits gebrannten Gefässe überzogen werden und die nicht nur dieselbe Widerstandsfähigkeit gegen äussere Einflüsse haben muss wie die Porzellanmasse selbst, sondern die auch zu ihr in einem solchen Verhältnis stehen muss, dass sie sich in demselben Masse wie diese durch die Wärme ausdehnt oder bei Abkühlung zusammenzieht, da andernfalls Sprünge und Abblättern der Glasur unvermeidlich wären.

Die Dekoration des Porzellans geschieht durch Bemalen entweder über der Glasur oder unter der

Glasur. Die Bemalung unter der Glasur ist dauerhafter, da sie unmittelbar auf die Porzellanmasse selbst eingebrannt wird, während die Bemalung über der Glasur bequemer herzustellen ist und daher ein grösseres Anwendungsfeld besitzt.

Ähnlich dem Porzellan ist das Steinzeug, bei dem der Scherben auch gesintert sein muss, jedoch die Masse keine weisse Farbe hat. Weiss glasiertes Steinzeug, namentlich Badewannen und dergleichen, geht vielfach auch fälschlich unter dem Namen Porzellan oder Sanitätsporzellan.

Steingut ist ebenfalls wasserdicht, aber nur infolge seiner Glasur, während die Masse nicht dicht gebrannt ist.

Fayence ist ähnlich dem Steingut, jedoch mit einer leichter flüssigen und schon eher durchlässigen Glasur.

Terrakotta wird in verschiedenen Arten hergestellt. Scharfgebrannte Bauterrakotta soll durchaus wetterfest sein, während schwächer gebrannte Terrakotta sich nicht im Freien dauernd halten kann. Erstere ist vielfach mit Glasur überzogen und schliesst sich dann der Majolika an, während letztere vielfach mit nicht eingebrannter Bemalung versehen wird.

## Ziegel-Industrie.

Schon die Industrie der scharfgebrannten Terrakotten hat mit der Ziegelindustrie viel Verwandtes, indem sie ebenfalls für Bauzwecke dienende Stücke, keine Gefässe liefert. Auch ist diese Terrakotta ihrer Zusammensetzung nach nichts weiter als eine sorgfältig ausgewählte Ziegelmasse.

Im allgemeinen kann jeder Lehm oder Ton für die

Ziegelherstellung benutzt werden, der entweder mit der Hand oder mit besonderen Maschinen geformt und dann in geeigneten Öfen gebrannt wird. Als solche kommen einfache Feldbrandöfen in Betracht, in denen die zu brennenden Ziegel selbst auch den Ofen bilden und der Brennstoff in zwischen ihnen ausgesparte Kanäle eingelegt wird, sowie Ringbrandöfen, in denen ein ununterbrochenes Einsetzen, Brennen und Ausnehmen der Ziegel stattfindet und deren Grundgedanke ähnlich dem der Anordnung der Auslaugegefässe in der Zuckerindustrie ist, nur dass man hier statt der Rübenschnitzel mit Ziegeln und statt des Wassers mit Feuergasen zu tun hat.

Verblendsteine sind maschinengepresste und in Ringöfen gebrannte Ziegel von besonders glatter Oberfläche und gleichmässiger Farbe.

Dachziegel werden aus dem gleichen Material wie gute Mauersteine und in den verschiedensten Formen hergestellt.

Klinker sind bis zur Sinterung gebrannte und deshalb besonders widerstandsfähige Ziegel.

Die Farbe der Ziegel ist je nach den verwendeten Rohstoffen und nach der Art des Brennens sehr verschieden; auch werden noch Färbungen aller Art auf sie aufgebracht. Letztere sind zu unterscheiden als sogenannte Tauchfarben oder Engoben, wobei die Ziegel in einen Farbenbrei eingetaucht werden, der beim Brennen nicht schmilzt und daher eine matte Oberfläche gibt, sowie als Glasuren, die denen der anderen keramischen Waren entsprechen.

Feuerfeste Steine sind besonders scharf gebrannte Ziegel von je nach dem Zwecke ganz verschiedener Zusammensetzung, deren Aufgabe es ist,

hohen Hitzegraden sowie unter Umständen auch der Einwirkung saurer oder alkalischer Schmelzen zu widerstehen. Eine besondere Art bilden hier die sogenannten Dinassteine die aus fast reinem Quarz zusammengesetzt sind.

---

# Register.

(Die beigesetzten Zahlen geben die Seiten des Buches an.)

# Verzeichnis der erschienenen Bände.

# B. Verzeichnis nach Wissenschaften.

## Bibliothek zur Philosophie.

Einführung in die Philosophie von Dr. Max Wentscher, Professor an der Universität Königsberg. Nr. 281.

Geschichte der Philosophie IV: Neuere Philosophie bis Kant von Dr. Bruno Bauch, Privatdoz. an der Univers. Halle a. S. Nr. 394.

Psychologie und Logik zur Einführung in die Philosophie von Professor Dr. Th. Elsenhans. Mit 13 Figuren. Nr. 14.

Grundriß der Psychophysik von Professor Dr. G. F. Lipps in Leipzig. Mit 3 Figuren. Nr. 98.

Ethik von Prof. Dr. Thommas Achelis in Breen. Nr. 90.

Allgemeine Ästhetik von Prof. Dr. Max Diez, Lehrer an der Kgl. Akademie der bildenden Künste in Stuttgart. Nr. 300.

☞ Weitere Bände sind in Vorbereitung.

## Bibliothek zur Sprachwissenschaft.

Indogermanische Sprachwissenschaft von Dr. R. Meringer, Professor an der Universität Graz. Mit 1 Tafel. Nr. 59.

Germanische Sprachwissenschaft von Dr. Rich. Loewe in Berlin. Nr. 238.

Romanische Sprachwissenschaft von Dr. Adolf Zauner, Privatdozent an der Universität Wien. 2 Bände. Nr. 128, 250.

Semitische Sprachwissenschaft von Dr. C. Brockelmann, Professor an der Universität Königsberg. Nr. 291.

Finnisch-ugrische Sprachwissenschaft von Prof. Dr. Josef Szinnyei in Budapest. Nr. 463.

Deutsche Grammatik und kurze Geschichte der deutschen Sprache von Schulrat Professor Dr. O. Lyon in Dresden. Nr. 20.

Deutsche Poetik von Dr. K. Borinski, Professor an der Universität München. Nr. 40.

Deutsche Redelehre von Hans Probst, Gymnasialprof. in Bamberg. Nr. 61.

Aufsatzentwürfe von Oberstudienrat Dr. L. W. Straub, Rektor des Eberhard-Ludwigs-Gymnasiums in Stuttgart. Nr. 17.

Wörterbuch nach der neuen deutschen Rechtschreibung v. Dr. Heinrich Klenz. Nr. 200.

Deutsches Wörterbuch von Dr. Richard Loewe in Berlin. Nr. 64.

Das Fremdwort im Deutschen von Dr. Rud. Kleinpaul in Leipzig. Nr. 55.

Deutsches Fremdwörterbuch von Dr. Rudolf Kleinpaul in Leipzig. Nr. 273.

Plattdeutsche Mundarten v. Prof. Dr. Hub. Grimme, Freiburg (Schweiz). Nr. 461.

Die deutschen Personennamen von Dr. Rudolf Kleinpaul in Leipzig. Nr. 422.

Englisch-deutsches Gesprächsbuch von Professor Dr. E. Hausknecht in Lausanne. Nr. 424.

Grundriß der lateinischen Sprachlehre v. Prof. Dr. W. Votsch i. Magdeburg. Nr. 82.

Russische Grammatik von Dr. Erich Berneker, Prof. an der Universit. Prag. Nr. 66.

Russisch-Deutsches Gesprächsbuch von Dr. Erich Berneker, Professor an der Universität Prag. Nr. 68.

**Russisches Lesebuch** mit Glossar v. Dr. Erich Berneker, Prof. a. d. Univ. Prag. Nr. 67.

**Russische Literatur** v. Dr. Erich Boehme, Lektor an d. Handelshochschule Berlin. I. Teil: Auswahl moderner Prosa und Poesie mit ausführlichen Anmerkungen und Akzentbezeichnung. Nr. 403.

— — II. Teil: Всеволодъ Гаршинъ, Разсказы. Mit Anmerkungen und Akzentbezeichnung. Nr. 404.

**Geschichte der klassischen Philologie** von Dr. Wilh. Kroll, ord. Prof. an der Universität Münster. Nr. 367.

Siehe auch „Handelswissenschaftliche Bibliothek".

☞ Weitere Bände sind in Vorbereitung.

---

## Literaturgeschichtliche Bibliothek.

**Deutsche Literaturgeschichte** von Dr. Max Koch, Professor an der Universität Breslau. Nr. 31.

**Deutsche Literaturgeschichte der Klassikerzeit** von Prof. Carl Weitbrecht. Durchgesehen und ergänzt von Karl Berger. Nr. 161.

**Deutsche Literaturgeschichte des 19. Jahrhunderts** von Carl Weitbrecht. Durchgesehen und ergänzt von Dr. Richard Weitbrecht in Wimpfen. 2 Teile. Nr. 134, 135.

**Geschichte des deutschen Romans** von Dr. Hellmuth Mielke. Nr. 229.

**Gotische Sprachdenkmäler** mit Grammatik, Übersetzung und Erläuterungen von Dr. Herm. Jantzen, Dir. d. Königin Luise-Schule in Königsberg i. Pr. Nr. 79.

**Althochdeutsche Literatur** mit Grammatik, Übersetzung und Erläuterungen von Th. Schauffler, Prof. am Realgymnasium in Ulm. Nr. 28.

**Eddalieder** mit Grammatik, Übersetzung und Erläuterungen von Dr. Wilh. Ranisch, Gymnasialoberlehrer in Osnabrück. Nr. 171.

**Das Walthari-Lied.** Ein Heldensang aus dem 10. Jahrhundert im Versmaße der Urschrift übersetzt u. erläutert v. Prof. Dr. H. Althof in Weimar. Nr. 46.

**Dichtungen aus mittelhochdeutscher Frühzeit.** In Auswahl mit Einleitungen und Wörterbuch herausgegeben von Dr. Hermann Jantzen, Direktor der Königin Luise-Schule in Königsberg i. Pr. Nr. 137.

**Der Nibelunge Nôt** in Auswahl und **mittelhochdeutsche Grammatik** mit kurzem Wörterbuch von Dr. W. Golther, Prof. an der Universität Rostock. Nr. 1.

**Kudrun und Dietrichepen.** Mit Einleitung und Wörterbuch von Dr. O. L. Jiriczek, Prof. an der Universität Münster. Nr. 10.

**Hartmann von Aue, Wolfram von Eschenbach und Gottfried von Straßburg.** Auswahl aus dem höfischen Epos mit Anmerkungen und Wörterbuch v. Dr. K. Marold, Prof. a. Kgl. Friedrichskollegium zu Königsberg i. Pr. Nr. 22.

**Walther von der Vogelweide mit Auswahl aus Minnesang und Spruchdichtung.** Mit Anmerkungen und einem Wörterbuch von O. Güntter, Prof. an der Oberrealschule und an der Techn. Hochschule in Stuttgart. Nr. 23.

**Die Epigonen des höfischen Epos.** Auswahl aus deutschen Dichtungen des 13. Jahrhunderts von Dr. Viktor Junk, Aktuarius der Kais. Akademie der Wissenschaften in Wien. Nr. 289.

**Literaturdenkmäler des 14. und 15. Jahrhunderts,** ausgewählt und erläutert von Dr. Hermann Jantzen, Direktor der Königin Luise-Schule in Königsberg i. Pr. Nr. 181.

Literaturdenkmäler des 16. Jahrhunderts. I: Martin Luther, Thomas Murner und das Kirchenlied des 16. Jahrhunderts. Ausgewählt und mit Einleitungen und Anmerkungen versehen von Prof. G. Berlit, Oberlehrer am Nikolaigymnasium zu Leipzig. Nr. 7.
— II: Hans Sachs. Ausgewählt u. erläutert v. Professor Dr. Julius Sahr. Nr. 24.
— III: Von Brant bis Rollenhagen: Brant, Hutten, Fischart, sowie Tierepos und Fabel. Ausgewählt u. erläutert von Prof. Dr. Julius Sahr. Nr. 36.
Deutsche Literaturdenkmäler des 17. und 18. Jahrhunderts von Dr. Paul Legband in Berlin. 1. Teil. Nr. 364.
Simplicius Simplicissimus von Hans Jakob Christoffel von Grimmelshausen. In Auswahl herausgegeben von Prof. Dr. F. Bobertag, Dozent an der Universität Breslau. Nr. 138.
Das deutsche Volkslied. Ausgewählt und erläutert von Professor Dr. Julius Sahr. 2 Bändchen. Nr. 25, 132.
Englische Literaturgeschichte von Dr. Karl Weiser in Wien. Nr. 69.
Grundzüge und Haupttypen der englischen Literaturgeschichte von Dr. Arnold M. M. Schröer, Prof. an der Handelshochschule in Köln. 2 Teile. Nr. 286, 287.
Italienische Literaturgeschichte von Dr. Karl Voßler, Prof. an der Universität Heidelberg. Nr. 125.
Spanische Literaturgeschichte von Dr. Rudolf Beer in Wien. 2 Bde. Nr. 167, 168.
Portugiesische Literaturgeschichte von Dr. Karl von Reinhardstoettner, Prof. an der Königl. Technischen Hochschule München. Nr. 213.
Russische Literaturgeschichte von Dr. Georg Polonskij in München. Nr. 166.
Slavische Literaturgeschichte von Dr. Josef Karásek in Wien. I: Ältere Literatur bis zur Wiedergeburt. Nr. 277.
— II: Das 19. Jahrhundert. Nr. 278.
Nordische Literaturgeschichte. I: Die isländische und norwegische Literatur des Mittelalters von Dr. Wolfgang Golther, Prof. an der Univ. Rostock. Nr. 254.
Die Hauptliteraturen des Orients von Dr. Mich. Haberlandt, Privatdozent an der Universität Wien. I: Die Literaturen Ostasiens und Indiens. Nr. 162.
— II: Die Literaturen der Perser, Semiten und Türken. Nr. 163.
Griechische Literaturgeschichte mit Berücksichtigung der Geschichte der Wissenschaften von Dr. Alfred Gercke, Prof. an der Univers. Greifswald. Nr. 70.
Römische Literaturgeschichte von Dr. Herm. Joachim in Hamburg. Nr. 52.
Die Metamorphosen des P. Ovidius Naso. In Auswahl mit einer Einleitung und Anmerkungen herausgegeben von Dr. Julius Ziehen in Frankfurt a. M. Nr. 442.

☛ Weitere Bände sind in Vorbereitung.

# Geschichtliche Bibliothek.

Einleitung in die Geschichtswissenschaft von Dr. Ernst Bernheim, Prof. an der Universität Greifswald. Nr. 270.
Urgeschichte der Menschheit von Dr. Moriz Hoernes, Prof. an der Universität in Wien. Mit 53 Abbildungen. Nr. 42.
Geschichte des alten Morgenlandes von Dr. Fr. Hommel, o. ö. Prof. der semitischen Sprachen an der Universität in München. Mit 9 Voll- und Textbildern und 1 Karte des Morgenlandes. Nr. 43.
Geschichte Israels bis auf die griechische Zeit von Lic. Dr. J. Benzinger. Nr. 231.

Neutestamentliche Zeitgeschichte I: Der historische und kulturgeschichtliche Hintergrund des Urchristentums von Lic. Dr. W. Staerk, Professor an der Universität Jena. Mit 3 Karten. Nr. 325.
— II: Die Religion des Judentums im Zeitalter des Hellenismus und der Römerherrschaft. Mit einer Planskizze. Nr. 326.
Griechische Geschichte von Dr. Heinrich Swoboda, Prof. an der Deutschen Univ. Prag. Nr. 49.
Griechische Altertumskunde von Prof. Dr. Rich. Maisch, neubearbeitet von Rektor Dr. Franz Pohlhammer. Mit 9 Vollbildern. Nr. 16.
Römische Geschichte von Realgymnasialdirektor Dr. Julius Koch in Grunewald. Nr. 19.
Römische Altertumskunde von Dr. Leo Bloch in Wien. Mit 8 Vollbild. Nr. 45.
Geschichte des Byzantinischen Reiches von Dr. K. Roth in Kempten. Nr. 190.
Deutsche Geschichte I: Mittelalter (bis 1519) von Prof. Dr. F. Kurze, Oberlehrer am Kgl. Luisengymnasium in Berlin. Nr. 33.
— II: Zeitalter der Reformation und der Religionskriege (1500—1648) von Prof. Dr. F. Kurze, Oberlehrer am Kgl. Luisengymn. in Berlin. Nr. 34.
— III: Vom Westfälischen Frieden bis zur Auflösung des alten Reichs (1648 bis 1806) von Prof. Dr. F. Kurze, Oberlehrer am Kgl. Luisengymnasium in Berlin. Nr. 35.
Deutsche Stammeskunde von Dr. Rudolf Much, Prof. an der Universität in Wien. Mit 2 Karten und 2 Tafeln. Nr. 126.
Die deutschen Altertümer von Dr. Franz Fuhse, Direktor des Städt. Museums in Braunschweig. Mit 70 Abbildungen. Nr. 124.
Abriß der Burgenkunde von Hofrat Dr. Otto Piper in München. Mit 30 Abbildungen. Nr. 119.
Deutsche Kulturgeschichte von Dr. Reinh. Günther. Nr. 56.
Deutsches Leben im 12. u. 13. Jahrhundert. Realkommentar zu den Volks- und Kunstepen und zum Minnesang. I: Öffentliches Leben. Von Prof. Dr. Jul. Dieffenbacher in Freiburg i. B. Mit 1 Tafel u. Abbildungen. Nr. 93.
— II: Privatleben. Mit Abbildungen. Nr. 328.
Quellenkunde zur Deutschen Geschichte von Dr. Carl Jacob, Prof. an der Universität in Tübingen. 1. Band. Nr. 279.
Österreichische Geschichte. I: Von der Urzeit bis zum Tode König Albrechts II. (1439) von Prof. Dr. Franz von Krones, neubearbeitet von Dr. Karl Uhlirz, Prof. an der Univ. Graz. Mit 11 Stammtafeln. Nr. 104.
— II: Vom Tode König Albrechts II. bis zum Westfälischen Frieden (1440 bis 1648) von Prof. Dr. Franz von Krones, neubearbeitet von Dr. Karl Uhlirz, Prof. an der Universität Graz. Mit 2 Stammtafeln. Nr. 105.
Englische Geschichte von Prof. L. Gerber, Oberlehrer in Düsseldorf. Nr. 375.
Französische Geschichte von Dr. R. Sternfeld, Prof. an der Univ. Berlin. Nr. 85.
Russische Geschichte von Dr. Wilhelm Reeb, Oberlehrer am Ostergymnasium in Mainz. Nr. 4.
Polnische Geschichte von Dr. Clemens Brandenburger in Posen. Nr. 338.
Spanische Geschichte von Dr. Gust. Diercks. Nr. 266.
Schweizerische Geschichte v. Dr. K. Dändliker, Prof. a. d. Univ. Zürich. Nr. 188.
Geschichte der christlichen Balkanstaaten (Bulgarien, Serbien, Rumänien, Montenegro, Griechenland) von Dr. K. Roth in Kempten. Nr. 331.

**Bayerische Geschichte** von Dr. Hans Ockel in Augsburg. Nr. 160.

**Geschichte Frankens** von Dr. Christian Meyer, Kgl. preuß. Staatsarchivar a. D. in München. Nr. 434.

**Sächsische Geschichte** von Prof. Otto Kaemmel, Rektor des Nikolaigymnasiums zu Leipzig. Nr. 100.

**Thüringische Geschichte** von Dr. Ernst Devrient in Jena. Nr. 352.

**Badische Geschichte** von Dr. Karl Brunner, Prof. am Gymnasium in Pforzheim u. Privatdozent der Geschichte an der Techn. Hochschule in Karlsruhe. Nr. 230.

**Württembergische Geschichte** von Dr. Karl Weller, Professor am Karlsgymnasium in Stuttgart. Nr. 462.

**Geschichte Lothringens** von Geh. Reg.-R. Dr. Herm. Derichsweiler in Straßburg. Nr. 6.

**Die Kultur der Renaissance.** Gesittung, Forschung, Dichtung von Dr. Robert F. Arnold, Professor an der Universität Wien. Nr. 189.

**Geschichte des 19. Jahrhunderts** von Oskar Jäger, o. Honorarprofessor an der Universität Bonn. 1. Bändchen: 1800—1852. Nr. 216.

— 2. Bändchen: 1853 bis Ende des Jahrhunderts. Nr. 217.

**Kolonialgeschichte** von Dr. Dietrich Schäfer, Prof. der Geschichte an der Univ. Berlin. Nr. 156.

**Die Seemacht in der deutschen Geschichte** von Wirkl. Admiralitätsrat Dr. Ernst von Halle, Prof. an der Universität Berlin. Nr. 370.

☛ Weitere Bände sind in Vorbereitung.

---

# Geographische Bibliothek.

**Physische Geographie** von Dr. Siegm. Günther, Professor an der Königl. Technischen Hochschule in München. Mit 32 Abbildungen. Nr. 26.

**Astronomische Geographie** von Dr. Siegm. Günther, Professor an der Königl. Technischen Hochschule in München. Mit 52 Abbildungen. Nr. 92.

**Klimakunde.** I: Allgemeine Klimalehre von Professor Dr. W. Köppen, Meteorologe der Seewarte Hamburg. Mit 7 Tafeln u. 2 Figuren. Nr. 114.

**Meteorologie** von Dr. W. Trabert, Professor a. d. Universität in Innsbruck. Mit 49 Abbildungen und 7 Tafeln. Nr. 54.

**Physische Meereskunde** von Prof. Dr. Gerhard Schott, Abteilungsvorsteher an der Deutschen Seewarte in Hamburg. Mit 28 Abb. im Text u. 8 Tafeln. Nr. 112.

**Paläogeographie.** Geologische Geschichte der Meere u. Festländer v. Dr. Franz Kossmat in Wien. Mit 6 Karten. Nr. 406.

**Paläoklimatologie** von Dr. Wilh. R. Eckardt in Aachen. Nr. 482.

**Das Eiszeitalter** von Dr. Emil Werth in Berlin-Wilmersdorf. Mit 17 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 431.

**Die Alpen** von Dr. Rob. Sieger, Prof. an der Universität Graz. Mit 19 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 129.

**Gletscherkunde** von Dr. Fritz Machaček in Wien. Mit 5 Abbildungen im Text und 11 Tafeln. Nr. 154.

**Pflanzengeographie** von Prof. Dr. Ludwig Diels, Privatdoz. an der Univers. Berlin. Nr. 389.

**Tiergeographie** von Dr. Arnold Jacobi, Professor der Zoologie an der Königl. Forstakademie zu Tharandt. Mit 2 Karten. Nr. 218.

**Länderkunde von Europa** von Dr. Franz Heiderich, Professor am Francisco-Josephinum in Mödling. Mit 14 Textkärtchen und Diagrammen und einer Karte der Alpeneinteilung. Nr. 62.

— **der außereuropäischen Erdteile** von Dr. Franz Heiderich, Professor am Francisco-Josephinum in Mödling. Mit 11 Textkärtchen u. Profil. Nr. 63.

**Landeskunde und Wirtschaftsgeographie des Festlandes Australien** von Dr. Kurt Hassert, Professor an der Handelshochschule in Köln. Mit 8 Abbildungen, 6 graphischen Tabellen und 1 Karte. Nr. 319.

— **von Baden** von Professor Dr. O. Kienitz in Karlsruhe. Mit Profilen, Abbildungen und 1 Karte. Nr. 199.

— **des Königreichs Bayern** von Dr. W. Götz, Professor an der Königl. Techn. Hochschule München. Mit Profilen, Abbildungen und 1 Karte. Nr. 176.

— **der Republik Brasilien** von Rodolpho von Ihering. Mit 12 Abbildungen und einer Karte. Nr. 373.

— **von Britisch-Nordamerika** von Professor Dr. A. Oppel in Bremen. Mit 13 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 284.

— **von Elsaß-Lothringen** von Prof. Dr. R. Langenbeck in Straßburg i. E. Mit 11 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 215.

— **des Großherzogtums Hessen, der Provinz Hessen-Nassau und des Fürstentums Waldeck** von Prof. Dr. Georg Greim in Darmstadt. Mit 13 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 376.

— **der Iberischen Halbinsel** v. Dr. Fritz Regel, Prof. a. d. Univ. Würzburg. Mit 8 Kärtchen und 8 Abbildungen im Text und 1 Karte im Farbendruck. Nr. 235.

— **von Österreich-Ungarn** von Dr. Alfred Grund, Professor an der Universität Berlin. Mit 10 Textillustrationen und 1 Karte. Nr. 244.

— **der Rheinprovinz** von Dr. V. Steinecke, Direktor des Realgymnasiums in Essen. Mit 9 Abb., 3 Kärtchen und 1 Karte. Nr. 308.

— **des Europäischen Rußlands nebst Finnlands** von Dr. Alfred Philippson, ord. Prof. der Geographie an der Universität Halle a. S. Mit 9 Abbildungen, 7 Textkarten und einer lithographischen Karte. Nr. 359.

— **des Königreichs Sachsen** von Dr. J. Zemmrich, Oberlehrer am Realgymnasium in Plauen. Mit 12 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 258

— **der Schweiz** von Professor Dr. H. Walser in Bern. Mit 16 Abbildungen und einer Karte. Nr. 398.

— **von Skandinavien** (Schweden, Norwegen und Dänemark) von Heinrich Kerp, Lehrer am Gymnasium und Lehrer der Erdkunde am Comenius-Seminar zu Bonn. Mit 11 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 202.

— **der Vereinigten Staaten von Nordamerika** von Prof. Heinrich Fischer, Oberlehrer am Luisenstädtischen Realgymnasium in Berlin. Mit Karten, Figuren im Text und Tafeln. 2 Bändchen. Nr. 381, 382.

— **des Königreichs Württemberg** von Dr. Kurt Hassert, Professor an der Handelshochschule in Köln. Mit 16 Vollbildern und 1 Karte. Nr. 157.

**Die deutschen Kolonien I: Togo und Kamerun** von Prof. Dr. Karl Dove. Mit 16 Tafeln und einer lithographischen Karte. Nr. 441.

**Landes- und Volkskunde Palästinas** von Privatdozent Dr. G. Hölscher in Halle a. S. Mit 8 Vollbildern und einer Karte. Nr. 345.

**Völkerkunde** von Dr. Michael Haberlandt, Privatdozent an der Universität Wien. Mit 56 Abbildungen. Nr. 73.

**Kartenkunde**, geschichtlich dargestellt von E. Gelcich, Direktor der k. k. Nautischen Schule in Lussinpiccolo, F. Sauter, Professor am Realgymnasium in Ulm und Dr. Paul Dinse, Assistent der Gesellschaft für Erdkunde in Berlin, neu bearbeitet von Dr. M. Groll, Kartograph in Berlin. Mit 71 Abbildungen. Nr. 30.

☛ Weitere Bände sind in Vorbereitung.

---

# Mathematische Bibliothek.

**Geschichte der Mathematik** von Dr. A. Sturm, Professor am Obergymnasium in Seitenstetten. Nr. 226.

**Arithmetik und Algebra** von Dr. Hermann Schubert, Prof. an der Gelehrtenschule des Johanneums in Hamburg. Nr. 47.

**Beispielsammlung zur Arithmetik und Algebra** von Dr. Hermann Schubert, Prof. an der Gelehrtenschule des Johanneums in Hamburg. Nr. 48.

**Algebraische Kurven** von Eugen Beutel, Oberreallehrer in Vaihingen=Enz. I: Kurvendiskussion. Mit 57 Figuren im Text. Nr. 435.

**Determinanten** von Paul B. Fischer, Oberlehrer an der Oberrealschule zu Groß=Lichterfelde. Nr. 402.

**Ebene Geometrie** mit 110 zweifarb. Figuren von G. Mahler, Prof. am Gymnasium in Ulm. Nr. 41.

**Darstellende Geometrie I** mit 110 Figuren von Dr. Rob. Haußner, Prof. an der Universität Jena. Nr. 142.

— — II. Mit 40 Figuren. Nr. 143.

**Ebene und sphärische Trigonometrie** mit 70 Fig. von Dr. Gerhard Hessenberg, Professor an der Landwirtschaftl. Akademie Bonn=Poppelsdorf. Nr. 99.

**Stereometrie** mit 44 Figuren von Dr. R. Glaser in Stuttgart. Nr. 97.

**Niedere Analysis** mit 6 Fig. von Prof. Dr. Benedikt Sporer in Ehingen. Nr. 53.

**Vierstellige Tafeln und Gegentafeln für logarithmisches und trigonometrisches Rechnen** in zwei Farben zusammengestellt von Dr. Hermann Schubert, Prof. an der Gelehrtenschule des Johanneums in Hamburg. Nr. 81.

**Fünfstellige Logarithmen** von Professor Aug. Adler, Direktor der k. k. Staatsoberrealschule in Wien. Nr. 423.

**Analytische Geometrie der Ebene** mit 57 Figuren von Prof. Dr. M. Simon in Straßburg. Nr. 65.

**Aufgabensammlung zur analytischen Geometrie der Ebene** mit 32 Fig. von O. Th. Bürklen, Professor am Realgymnasium in Schwäb.=Gmünd. Nr. 256.

**Analytische Geometrie des Raumes** mit 28 Abbildungen von Professor Dr. M. Simon in Straßburg. Nr. 89.

**Aufgabensammlung zur analytischen Geometrie des Raumes** mit 8 Fig. von O. Th. Bürklen, Prof. am Realgymnasium in Schwäb.=Gmünd. Nr. 309.

**Höhere Analysis I: Differentialrechnung** mit 68 Figuren von Dr. Friedrich Junker, Prof. am Karlsgymnasium in Stuttgart. Nr. 87.

— **II: Integralrechnung** mit 89 Figuren von Dr. Friedrich Junker, Prof. am Karlsgymnasium in Stuttgart. Nr. 88.

**Repetitorium und Aufgabensammlung zur Differentialrechnung** mit 46 Fig. von Dr. Friedr. Junker, Prof. am Karlsgymnasium in Stuttgart. Nr. 146.

**Repetitorium und Aufgabensammlung zur Integralrechnung** mit 52 Fig. von Dr. Friedr. Junker, Prof. am Karlsgymnasium in Stuttgart. Nr. 147.

**Projektive Geometrie** in synthetischer Behandlung mit 91 Fig. von Dr. K. Doehlemann, Prof. an der Universität München. Nr. 72.

**Mathematische Formelsammlung und Repetitorium der Mathematik**, enth. die wichtigsten Formeln und Lehrsätze der Arithmetik, Algebra, algebraischen Analysis, ebenen Geometrie, Stereometrie, ebenen und sphärischen Trigonometrie, math. Geographie, analyt. Geometrie der Ebene und des Raumes, der Differential- und Integralrechnung von O. Th. Bürklen, Prof. am Kgl. Realgymnasium in Schw.-Gmünd. Mit 18 Figuren. Nr. 51.

**Versicherungsmathematik** von Dr. Alfred Loewy, Prof. an der Universität Freiburg i. Br. Nr. 180.

**Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate** mit 15 Fig. und 2 Tafeln von Wilh. Weitbrecht, Professor der Geodäsie in Stuttgart. Nr. 302.

**Vektoranalysis** von Dr. Siegfr. Valentiner, Privatdozent für Physik an der Universität Berlin. Mit 11 Figuren. Nr. 354.

**Astronomische Geographie** mit 52 Figuren von Dr. Siegm. Günther, Prof. an der Techn. Hochschule in München. Nr. 92.

**Astrophysik.** Die Beschaffenheit der Himmelskörper von Dr. Walter F. Wislicenus, Prof. an der Universität Straßburg. Mit 11 Abbildungen. Nr. 91.

**Astronomie.** Größe, Bewegung und Entfernung der Himmelskörper von A. F. Möbius, neubearb. von Dr. W. F. Wislicenus, Prof. an der Univ. Straßburg. Mit 36 Abbildungen und 1 Sternkarte. Nr. 11.

**Geodäsie** mit 66 Abbildungen von Dr. C. Reinhertz, Prof. an der Techn. Hochschule Hannover. Nr. 102.

**Nautik.** Kurzer Abriß des täglich an Bord von Handelsschiffen angewandten Teils der Schiffahrtskunde mit 56 Abbildungen von Dr. Franz Schulze, Direktor der Navigationsschule zu Lübeck. Nr. 84.

**Geometrisches Zeichnen** von H. Becker, Architekt und Lehrer an der Baugewerkschule in Magdeburg, neu bearbeitet von Prof. J. Vonderlinn, Direktor der Kgl. Baugewerkschule zu Münster i. W. Mit 290 Figuren und 23 Tafeln im Text. Nr. 58.

☛ Weitere Bände sind in Vorbereitung. Gleichzeitig macht die Verlagshandlung auf die „Sammlung Schubert“, eine Sammlung mathematischer Lehrbücher, aufmerksam. Ein vollständiges Verzeichnis dieser Sammlung befindet sich am Schluß dieses Prospektes. Außerdem kann ein ausführlicher mathematischer Katalog der G. J. Göschen'schen Verlagshandlung kostenfrei durch jede Buchhandlung bezogen werden.

---

## Naturwissenschaftliche Bibliothek.

**Paläontologie und Abstammungslehre** von Prof. Dr. Karl Diener in Wien. Mit 9 Abbildungen. Nr. 460.

**Der menschliche Körper, sein Bau und seine Tätigkeiten**, von E. Rebmann, Oberschulrat in Karlsruhe. Mit Gesundheitslehre von Dr. med. H. Seiler. Mit 47 Abbildungen und 1 Tafel. Nr. 18.

**Urgeschichte der Menschheit** von Dr. Moriz Hoernes, Prof. an der Universität Wien. Mit 53 Abbildungen. Nr. 42.

**Völkerkunde** von Dr. Michael Haberlandt, k. u. k. Kustos der ethnogr. Sammlung des naturhistor. Hofmuseums u. Privatdozent an der Universität Wien. Mit 51 Abbildungen. Nr. 73.

**Tierkunde** von Dr. Franz v. Wagner, Prof. an der Universität Graz. Mit 78 Abbildungen. Nr. 60.

**Abriß der Biologie der Tiere** von Dr. Heinrich Simroth, Professor an der Universität Leipzig. Nr. 131.

**Tiergeographie** von Dr. Arnold Jacobi, Prof. der Zoologie an der Kgl. Forstakademie zu Tharandt. Mit 2 Karten. Nr. 218.

**Das Tierreich. I: Säugetiere**, von Oberstudienrat Prof. Dr. Kurt Lampert, Vorsteher des Kgl. Naturalienkabinetts in Stuttgart. Mit 15 Abbild. Nr. 282.

— **III: Reptilien und Amphibien.** Von Dr. Franz Werner, Privatdozent an der Universität Wien. Mit 48 Abbildungen. Nr. 383.

— **IV: Fische**, von Dr. Max Rauther, Privatdozent der Zoologie an der Universität Gießen. Mit 37 Abbildungen. Nr. 356.

— **VI: Die wirbellosen Tiere** von Dr. Ludwig Böhmig, Prof. der Zoologie an der Universität Graz. I: Urtiere, Schwämme, Nesseltiere, Rippenquallen und Würmer. Mit 74 Figuren. Nr. 439.

**Entwicklungsgeschichte der Tiere** von Dr. Johs. Meisenheimer, Professor der Zoologie an der Universität Marburg. I: Furchung, Primitivanlagen, Larven, Formbildung, Embryonalhüllen. Mit 48 Fig. Nr. 378.

— II: Organbildung. Mit 46 Figuren. Nr. 379.

**Schmarotzer und Schmarotzertum in der Tierwelt.** Erste Einführung in die tierische Schmarotzerkunde von Dr. Franz v. Wagner, Professor an der Universität Graz. Mit 67 Abbildungen. Nr. 151.

**Geschichte der Zoologie** von Dr. Rud. Burckhardt, weil. Direktor der Zoologischen Station des Berliner Aquariums in Rovigno (Istrien). Nr. 357.

**Die Pflanze**, ihr Bau und ihr Leben von Professor Dr. E. Dennert in Godesberg. Mit 96 Abbildungen. Nr. 44.

**Das Pflanzenreich.** Einteilung des gesamten Pflanzenreichs mit den wichtigsten und bekanntesten Arten von Dr. F. Reinecke in Breslau und Dr. W. Migula, Prof. an der Forstakademie Eisenach. Mit 50 Fig. Nr. 122.

**Pflanzenbiologie** von Dr. W. Migula, Prof. an der Forstakademie Eisenach. Mit 50 Abbildungen. Nr. 127.

**Pflanzengeographie** von Prof. Dr. Ludwig Diels, Privatdoz. an der Univers. Berlin. Nr. 389.

**Morphologie, Anatomie und Physiologie der Pflanzen** von Dr. W. Migula, Prof. an der Forstakademie Eisenach. Mit 50 Abbildungen. Nr. 141.

**Die Pflanzenwelt der Gewässer** von Dr. W. Migula, Prof. an der Forstakademie Eisenach. Mit 50 Abbildungen. Nr. 158.

**Exkursionsflora von Deutschland** zum Bestimmen der häufigeren in Deutschland wildwachsenden Pflanzen von Dr. W. Migula, Prof. an der Forstakademie Eisenach. 2 Teile. Mit 100 Abbildungen. Nr. 268, 269.

**Die Nadelhölzer** von Prof. Dr. F. W. Neger in Tharandt. Mit 85 Abbildungen, 5 Tabellen und 3 Karten. Nr. 355.

**Nutzpflanzen** von Prof. Dr. J. Behrens, Vorst. der Großh. landwirtschaftl. Versuchsanst. Augustenberg. Mit 53 Figuren. Nr. 123.

**Das System der Blütenpflanzen** mit Ausschluß der Gymnospermen von Dr. R. Pilger, Assistent am Kgl. Botanischen Garten in Berlin-Dahlem. Mit 31 Figuren. Nr. 393.

**Pflanzenkrankheiten** von Dr. Werner Friedrich Bruck in Gießen. Mit 1 farb. Tafel und 45 Abbildungen. Nr. 310.

**Mineralogie** von Dr. R. Brauns, Professor an d. Universität Bonn. Mit 130 Abbildungen. Nr. 29.

**Geologie** in kurzem Auszug für Schulen und zur Selbstbelehrung zusammengestellt von Prof. Dr. Eberh. Fraas in Stuttgart. Mit 16 Abbildungen und 4 Tafeln mit 51 Figuren. Nr. 13.

**Paläontologie** von Dr. Rud. Hoernes, Professor an der Universität Graz. Mit 87 Abbildungen. Nr. 95.

**Petrographie** von Dr. W. Bruhns, Professor an der Universität Straßburg i. E. Mit 15 Abbildungen. Nr. 173.

**Kristallographie** von Dr. W. Bruhns, Prof. an der Universität Straßburg. Mit 190 Abbildungen. Nr. 210.

**Geschichte der Physik** von A. Kistner, Prof. an der Großh. Realschule zu Sinsheim a. E. I: Die Physik bis Newton. Mit 13 Figuren. Nr. 293.

— II: Die Physik von Newton bis zur Gegenwart. Mit 3 Figuren. Nr. 294.

**Theoretische Physik.** I. Teil: Mechanik und Akustik. Von Dr. Gustav Jäger, Prof. der Physik an der Technischen Hochschule in Wien. Mit 19 Abb. Nr. 76.

— II. Teil: Licht und Wärme. Von Dr. Gustav Jäger, Prof. der Physik an der Technischen Hochschule in Wien. Mit 47 Abbildungen. Nr. 77.

— III. Teil: Elektrizität und Magnetismus. Von Dr. Gustav Jäger, Prof. der Physik an der Technischen Hochschule in Wien. Mit 33 Abbild. Nr. 78.

— IV. Teil: Elektromagnetische Lichttheorie und Elektronik. Von Dr. Gustav Jäger, Prof. der Physik an der Technischen Hochschule in Wien. Mit 21 Figuren. Nr. 374.

**Radioaktivität** von Wilh. Frommel. Mit 18 Figuren. Nr. 317.

**Physikalische Messungsmethoden** von Dr. Wilhelm Bahrdt, Oberlehrer an der Oberrealschule in Groß-Lichterfelde. Mit 49 Figuren. Nr. 301.

**Geschichte der Chemie** von Dr. Hugo Bauer, Assistent am chem. Laboratorium der Kgl. Technischen Hochschule Stuttgart. I: Von den ältesten Zeiten bis zur Verbrennungstheorie von Lavoisier. Nr. 264.

— II: Von Lavoisier bis zur Gegenwart. Nr. 265.

**Anorganische Chemie** von Dr. Jos. Klein in Mannheim. Nr. 37.

**Metalloide** (Anorganische Chemie I. Teil) von Dr. Oskar Schmidt, dipl. Ingenieur, Assistent an der Kgl. Baugewerkschule in Stuttgart. Nr. 211.

**Metalle** (Anorganische Chemie II. Teil) von Dr. Oskar Schmidt, dipl. Ingenieur, Assistent an der Kgl. Baugewerkschule in Stuttgart. Nr. 212.

**Organische Chemie** von Dr. Jos. Klein in Mannheim. Nr. 38.

**Chemie der Kohlenstoffverbindungen** von Dr. Hugo Bauer, Assistent am chem. Laboratorium der Kgl. Techn. Hochschule Stuttgart. I. II: Aliphatische Verbindungen. 2 Teile. Nr. 191, 192.

— III: Karbocyklische Verbindungen. Nr. 193.

— IV: Heterocyklische Verbindungen. Nr. 194.

**Analytische Chemie** von Dr. Johannes Hoppe. I: Theorie und Gang der Analyse. Nr. 247.

— II: Reaktion der Metalloide und Metalle. Nr. 248.

**Maßanalyse** von Dr. Otto Röhm in Stuttgart. Mit 14 Fig. Nr. 221.

**Technisch-Chemische Analyse** von Dr. G. Lunge, Prof. an der Eidgen. Polytechn. Schule in Zürich. Mit 16 Abbildungen. Nr. 195.

**Stereochemie** v. Dr. E. Wedekind, Prof. a. d. Univ. Tübingen. Mit 34 Abb. Nr. 201.

**Allgemeine und physikalische Chemie** von Dr. Max Rudolphi, Professor an der Techn. Hochschule in Darmstadt. Mit 22 Figuren. Nr. 71.

**Elektrochemie** von Dr. Heinrich Danneel in Friedrichshagen. I. Teil: Theoretische Elektrochemie u ihre physikal.-chemischen Grundlagen. Mit 18 Fig. Nr. 252.

— II: Experimentelle Elektrochemie, Meßmethoden, Leitfähigkeit, Lösungen. Mit 26 Figuren. Nr. 253.

**Toxikologische Chemie** von Privatdozent Dr. E. Mannheim in Bonn. Mit 6 Abbildungen. Nr. 465.

**Agrikulturchemie.** I: Pflanzenernährung von Dr. Karl Grauer. Nr. 329.

**Das agrikulturchemische Kontrollwesen** v. Dr. Paul Krische in Göttingen. Nr. 304.

**Physiologische Chemie** von Dr. med. A. Legahn in Berlin. I: Assimilation. Mit 2 Tafeln. Nr. 240.

— II: Dissimilation. Mit einer Tafel. Nr. 241.

**Meteorologie** von Dr. W. Trabert, Prof. an der Universität Innsbruck. Mit 49 Abbildungen und 7 Tafeln. Nr. 54.

**Erdmagnetismus, Erdstrom und Polarlicht** von Dr. A. Nippoldt jr., Mitglied d. Kgl. Preuß. Meteorol. Instituts zu Potsdam. Mit 14 Abb. u. 3 Taf. Nr. 175.

**Astronomie.** Größe, Bewegung und Entfernung der Himmelskörper von A. F. Möbius, neu bearb. von Dr. W. F. Wislicenus, Prof. an der Univ. Straßburg. Mit 36 Abbildungen und 1 Sternkarte. Nr. 11.

**Astrophysik.** Die Beschaffenheit der Himmelskörper von Prof. Dr. Walter F. Wislicenus. Neu bearb. v. Dr. H. Ludendorff, Potsdam. Mit 15 Abb. Nr. 91.

**Astronomische Geographie** von Dr. Siegm. Günther, Prof. an der Techn. Hochschule in München. Mit 52 Abbildungen. Nr. 92.

**Physische Geographie** von Dr. Siegm. Günther, Prof. an der Königl. Techn. Hochschule in München. Mit 32 Abbildungen. Nr. 26.

**Physische Meereskunde** von Prof. Dr. Gerhard Schott, Abteilungsvorsteher an der Deutschen Seewarte in Hamburg. Mit 28 Abbildungen im Text und 8 Tafeln. Nr. 112.

**Klimakunde I:** Allgemeine Klimalehre von Prof. Dr. W. Köppen, Meteorologe der Seewarte Hamburg. Mit 7 Taf. u. 2 Fig. Nr. 114.

☛ Weitere Bände sind in Vorbereitung.

---

# Bibliothek zur Physik.

**Geschichte der Physik** von A. Kistner, Professor an der Großh. Realschule zu Sinsheim a. E. I: Die Physik bis Newton. Mit 13 Fig. Nr. 293.

— II: Die Physik von Newton bis zur Gegenwart. Mit 13 Figuren. Nr. 294.

**Theoretische Physik** von Dr. Gustav Jäger, Prof. an der Technischen Hochschule in Wien. I: Mechanik und Akustik. Mit 19 Abbildungen. Nr. 76.

— II: Licht und Wärme. Mit 47 Abbildungen. Nr. 77.

— III: Elektrizität und Magnetismus. Mit 33 Abbildungen. Nr. 78.

— IV: Elektromagnetische Lichttheorie und Elektronik. Mit 21 Figuren. Nr. 374.

**Radioaktivität** von Wilh. Frommel. Mit 18 Figuren. Nr. 317.

**Physikalische Messungsmethoden** von Dr. Wilhelm Bahrdt, Oberlehrer an der Oberrealschule in Groß-Lichterfelde. Mit 49 Figuren. Nr. 301.

**Physikalische Aufgabensammlung** von G. Mahler, Professor am Gymnasium in Ulm. Mit den Resultaten. Nr. 243.
**Physikalische Formelsammlung** von G. Mahler, Professor am Gymnasium in Ulm. Nr. 136.
**Physikalisch-Chemische Rechenaufgaben** von Prof. Dr. R. Abegg und Privatdozent Dr. O. Sackur, beide an der Universität Breslau. Nr. 445.
**Vektoranalysis** von Dr. Siegfr. Valentiner, Privatdozent für Physik an der Universität Berlin. Mit 11 Figuren. Nr. 354.

☛ Weitere Bände sind in Vorbereitung.

---

# Bibliothek zur Chemie.

**Geschichte der Chemie** von Dr. Hugo Bauer, Assistent am chem. Laboratorium der Kgl. Technischen Hochschule Stuttgart. I: Von den ältesten Zeiten bis zur Verbrennungstheorie von Lavoisier. Nr. 264.
— II: Von Lavoisier bis zur Gegenwart. Nr. 265.
**Anorganische Chemie** von Dr. Jos. Klein in Mannheim. Nr. 37.
**Metalloide (Anorganische Chemie I)** von Dr. Oskar Schmidt, dipl. Ingenieur, Assistent an der Kgl. Baugewerkschule in Stuttgart. Nr. 211.
**Metalle (Anorganische Chemie II)** von Dr. Oskar Schmidt, dipl. Ingenieur, Assistent an der Kgl. Baugewerkschule in Stuttgart. Nr. 212.
**Organische Chemie** von Dr. Jos. Klein in Mannheim. Nr. 38.
**Chemie der Kohlenstoffverbindungen** von Dr. Hugo Bauer, Assistent am chem. Laboratorium der Kgl. Techn. Hochschule Stuttgart. I, II: Aliphatische Verbindungen. 2 Teile. Nr. 191, 192.
— III: Karbocyklische Verbindungen. Nr. 193.
— IV: Heterocyklische Verbindungen. Nr. 194.
**Analytische Chemie** von Dr. Joh. Hoppe. I: Theorie u. Gang d. Analyse. Nr. 247.
— II: Reaktion der Metalloide und Metalle. Nr. 248.
**Maßanalyse** von Dr. Otto Röhm in Stuttgart. Mit 14 Fig. Nr. 221.
**Technisch-Chemische Analyse** von Dr. G. Lunge, Professor an der Eidgenöss. Polytechn. Schule in Zürich. Mit 16 Abbildungen. Nr. 195.
**Stereochemie** von Dr. E. Wedekind, Professor an der Universität Tübingen. Mit 34 Abbildungen. Nr. 201.
**Allgemeine und physikalische Chemie** von Dr. Max Rudolphi, Professor an der Technischen Hochschule in Darmstadt. Mit 22 Fig. Nr. 71.
**Elektrochemie** von Dr. Heinrich Danneel in Friedrichshagen. I. Teil: Theoretische Elektrochemie u. ihre physikalisch-chemischen Grundlagen. Mit 18 Fig. Nr. 252.
— II: Experimentelle Elektrochemie, Meßmethoden, Leitfähigkeit, Lösungen. Mit 26 Figuren. Nr. 253.
**Toxikologische Chemie** von Privatdozent Dr. E. Mannheim in Bonn. Mit 6 Abbildungen. Nr. 465.
**Agrikulturchemie I:** Pflanzenernährung von Dr. Karl Grauer. Nr. 329.
**Agrikulturchemische Untersuchungsmethoden** von Prof. Dr. Emil Haselhoff, Vorsteher der landwirtschaftl. Versuchsstation in Marburg i. H. Nr. 470.
**Das agrikulturchemische Kontrollwesen** v. Dr. Paul Krische in Göttingen. Nr. 304.
**Physiologische Chemie** von Dr. med. A. Legahn in Berlin. I: Assimilation. Mit 2 Tafeln. Nr. 240.
— II: Dissimilation. Mit 1 Tafel. Nr. 241.

Stöchiometrische Aufgabensammlung von Dr. Wilhelm Bahrdt, Oberlehrer an der Oberrealschule in Groß-Lichterfelde. Mit den Resultaten. Nr. 452.
Physikalisch-Chemische Rechenaufgaben von Prof. Dr. R. Abegg und Privatdozent Dr. O. Sackur, beide an der Universität Breslau. Nr. 445.
☞ Siehe auch „Technologie". Weitere Bände sind in Vorbereitung.

---

# Bibliothek zur Technologie.

## Chemische Technologie.

Allgemeine chemische Technologie v. Dr. Gust. Rauter in Charlottenburg. Nr. 113.
Die Fette und Öle sowie die Seifen- und Kerzenfabrikation und die Harze, Lacke, Firnisse mit ihren wichtigsten Hilfsstoffen von Dr. Karl Braun. I: Einführung i. d. Chemie, Besprechung einig. Salze u. d. Fette u. Öle. Nr. 335.
— II: Die Seifenfabrikation, die Seifenanalyse und die Kerzenfabrikation. Mit 25 Abbildungen. Nr. 336.
— III: Harze, Lacke, Firnisse. Nr. 337.
Ätherische Öle und Riechstoffe von Dr. F. Rochussen in Miltitz. Mit 9 Abbildungen. Nr. 446.
Die Explosivstoffe. Einführung in die Chemie der explosiven Vorgänge von Dr. H. Brunswig in Neubabelsberg. Mit 16 Abbildungen. Nr. 333.
Brauereiwesen I: Mälzerei von Dr. Paul Dreverhoff, Direktor der Brauer- und Mälzerschule in Grimma. Mit 16 Abbildungen. Nr. 303.
Das Wasser und seine Verwendung in Industrie und Gewerbe von Dipl.-Ing. Dr. Ernst Leher. Mit 15 Abbildungen. Nr. 261.
Wasser und Abwässer. Ihre Zusammensetzung, Beurteilung und Untersuchung von Prof. Dr. Emil Haselhoff, Vorsteher der landwirtschaftlichen Versuchsstation in Marburg in Hessen. Nr. 473.
Anorganische chemische Industrie von Dr. Gust. Rauter in Charlottenburg. I: Die Leblancsodaindustrie und ihre Nebenzweige. Mit 12 Tafeln. Nr. 205.
— II: Salinenwesen, Kalisalze, Düngerindustrie und Verwandtes. Mit 6 Tafeln. Nr. 206.
— III: Anorganische Chemische Präparate. Mit 6 Tafeln. Nr. 207.
Metallurgie von Dr. Aug. Geitz in München. 2 Bde. Mit 21 Fig. Nr. 313, 314.
Die Industrie der Silikate, der künstlichen Bausteine und des Mörtels von Dr. Gustav Rauter. I: Glas- und keramische Industrie. Mit 12 Taf. Nr. 233.
— II: Die Industrie der künstlichen Bausteine und des Mörtels. Mit 12 Taf. Nr. 234.
Die Teerfarbstoffe mit besonderer Berücksichtigung der synthetischen Methoden von Dr. Hans Bucherer, Prof. a. d. Kgl. Techn. Hochschule Dresden. Nr. 214.

## Mechanische Technologie.

Mechanische Technologie von Geh. Hofrat Prof. A. Lüdicke in Braunschweig. Nr. 340, 341.
Textil-Industrie I: Spinnerei und Zwirnerei von Prof. Max Gürtler, Geh. Regierungsrat im Königl. Landesgewerbeamt zu Berlin. Mit 39 Fig. Nr. 184.
— II: Weberei, Wirkerei, Posamentiererei, Spitzen- und Gardinenfabrikation und Filzfabrikation von Prof. Max Gürtler, Geh. Regierungsrat im Königl. Landesgewerbeamt zu Berlin. Mit 27 Figuren. Nr. 185.

**Textil-Industrie III:** Wäscherei, Bleicherei, Färberei und ihre Hilfsstoffe von Dr. Wilh. Massot, Lehrer an der Preuß. höh. Fachschule für Textil-Industrie in Krefeld. Mit 28 Figuren. Nr. 186.

**Die Materialien des Maschinenbaues und der Elektrotechnik** von Ingenieur Prof. Herm. Wilda in Bremen. Mit 3 Abbildungen. Nr. 476.

**Das Holz.** Aufbau, Eigenschaften und Verwendung, von Prof. Herm. Wilda in Bremen. Mit 33 Abbildungen. Nr. 459.

☛ Weitere Bände sind in Vorbereitung.

## Bibliothek zu den Ingenieurwissenschaften.

**Das Rechnen in der Technik** u. seine Hilfsmittel (Rechenschieber, Rechentafeln, Rechenmaschinen usw.) von Ingenieur Joh. Eugen Mayer in Karlsruhe i. B. Mit 30 Abb. Nr. 405.

**Materialprüfungswesen.** Einführung in die moderne Technik der Materialprüfung von K. Memmler, Diplom-Ingenieur, ständ. Mitarbeiter am Kgl. Materialprüfungsamte zu Groß-Lichterfelde. I: Materialeigenschaften. — Festigkeitsversuche. — Hilfsmittel für Festigkeitsversuche. Mit 58 Figuren. Nr. 311.

— II: Metallprüfung und Prüfung von Hilfsmaterialien des Maschinenbaues. — Baumaterialprüfung. — Papierprüfung. — Schmiermittelprüfung. — Einiges über Metallographie. Mit 31 Figuren. Nr. 312.

**Metallographie.** Kurze, gemeinfaßliche Darstellung der Lehre von den Metallen und ihren Legierungen, unter besonderer Berücksichtigung der Metallmikroskopie von Prof. E. Heyn und Prof. O. Bauer am Kgl. Materialprüfungsamt (Groß-Lichterfelde) der Kgl. Technischen Hochschule zu Berlin. I: Allgemeiner Teil. Mit 45 Abbildungen im Text und 5 Lichtbildern auf 3 Tafeln. Nr. 432.

— II: Spezieller Teil. Mit 49 Abbildungen im Text und 37 Lichtbildern auf 19 Tafeln. Nr. 433.

**Statik.** I: Die Grundlehren der Statik starrer Körper von W. Hauber, Diplom-Ingenieur. Mit 82 Figuren. Nr. 178.

— II: Angewandte Statik. Mit 61 Figuren. Nr. 179.

**Festigkeitslehre** von W. Hauber, Diplom-Ingenieur. Mit 56 Figuren. Nr. 288.

**Hydraulik** v. W. Hauber, Diplom-Ingenieur in Stuttgart. Mit 44 Fig. Nr. 397.

**Geometrisches Zeichnen** von H. Becker, Architekt und Lehrer an der Baugewerkschule in Magdeburg, neubearbeitet von Professor J. Vonderlinn in Münster. Mit 290 Figuren und 23 Tafeln im Text. Nr. 58.

**Schattenkonstruktionen** von Prof. J. Vonderlinn in Münster. Mit 114 Fig. Nr. 236.

**Parallelperspektive.** Rechtwinklige und schiefwinklige Axonometrie von Prof. J. Vonderlinn in Münster. Mit 121 Figuren. Nr. 260.

**Zentral-Perspektive** von Architekt Hans Freyberger, neu bearbeitet von Prof. J. Vonderlinn, Dir. d. Kgl. Baugewerkschule, Münster i. W. Mit 132 Fig. Nr. 57.

**Technisches Wörterbuch,** enthaltend die wichtigsten Ausdrücke des Maschinenbaues, Schiffbaues und der Elektrotechnik von Erich Krebs in Berlin.
I. Teil: Deutsch-Englisch. Nr. 395.
— II. Teil: Englisch-Deutsch. Nr. 396.
— III. Teil: Deutsch-Französisch. Nr. 453.

**Elektrotechnik.** Einführung in die moderne Gleich- und Wechselstromtechnik von J. Herrmann, Professor an der Königlich Technischen Hochschule Stuttgart. I: Die physikalischen Grundlagen. Mit 42 Fig. u. 10 Tafeln. Nr. 196.

— II: Die Gleichstromtechnik. Mit 103 Figuren und 16 Tafeln. Nr. 197.

**Elektrotechnik. III:** Die Wechselstromtechnik. Mit 126 Fig. u. 16 Taf. Nr. 198.

**Die Gleichstrommaschine** von C. Kinzbrunner, Ingenieur u. Dozent für Elektrotechnik a. d. Municipal School of Technology in Manchester. Mit 78 Fig. Nr. 257.

**Ströme und Spannungen in Starkstromnetzen** von Diplom-Elektroingenieur Josef Herzog in Budapest u. Prof. Feldmann in Delft. Mit 68 Fig. Nr. 456.

**Das Fernsprechwesen** v. Dr. Ludw. Rellstab in Berlin. Mit 47 Fig. u. 1 Taf. Nr. 155.

**Die elektrische Telegraphie** von Dr. Ludwig Rellstab. Mit 19 Figuren. Nr. 172.

**Maurer- u. Steinhauerarbeiten** von Prof. Dr. phil. u. Dr.-Ing. Eduard Schmitt in Darmstadt. 3 Bändchen. Mit vielen Abbildungen. Nr. 419—421.

**Eisenkonstruktionen im Hochbau.** Kurzgefaßtes Handbuch mit Beispielen von Ingenieur Karl Schindler in Meißen. Mit 115 Figuren. Nr. 322.

**Vermessungskunde** von Dipl.-Ing. Oberlehrer P. Werkmeister. 2 Bändchen. Mit 255 Abbildungen. Nr. 468, 469.

**Der Eisenbetonbau** von Reg.-Baumeister Karl Rößle in Berlin-Steglitz. Mit 77 Abbildungen. Nr. 349.

**Heizung und Lüftung** von Ingenieur Johannes Körting, Direktor der Akt.-Ges. Gebrüder Körting in Düsseldorf. I: Das Wesen und die Berechnung der Heizungs- und Lüftungsanlagen. Mit 34 Figuren. Nr. 342.

— II: Die Ausführung der Heizungs- und Lüftungsanlagen. Mit 191 Fig. Nr. 343.

**Gas- und Wasserinstallationen mit Einschluß der Abortanlagen** von Professor Dr. phil. u. Dr.-Ing. Eduard Schmitt in Darmstadt. Mit 119 Abbild. Nr. 412.

**Das Veranschlagen im Hochbau.** Kurzgefaßtes Handbuch über das Wesen des Kostenanschlages von Emil Beutinger, Architekt B.D.A., Assistent an der Technischen Hochschule in Darmstadt. Mit vielen Figuren. Nr. 385.

**Bauführung.** Kurzgefaßtes Handbuch über das Wesen der Bauführung von Architekt Emil Beutinger, Assistent an der Technischen Hochschule in Darmstadt. Mit 25 Figuren und 11 Tabellen. Nr. 399.

**Die Baukunst des Schulhauses** von Prof. Dr.-Ing. Ernst Vetterlein in Darmstadt. I: Das Schulhaus. Mit 38 Abbildungen. Nr. 443.

— II: Die Schulräume. — Die Nebenanlagen. Mit 31 Abbildungen. Nr. 444.

**Öffentliche Bade- und Schwimmanstalten** von Dr. Karl Wolff, Stadt-Oberbaurat in Hannover. Mit 50 Fig. Nr. 380.

**Die Maschinenelemente.** Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium und den praktischen Gebrauch von Friedrich Barth, Oberingenieur in Nürnberg. Mit 86 Figuren. Nr. 3.

**Eisenhüttenkunde** von A. Krauß, diplomierter Hütteningenieur. I: Das Roheisen. Mit 17 Figuren und 4 Tafeln. Nr. 152.

— II: Das Schmiedeeisen. Mit 25 Figuren und 5 Tafeln. Nr. 153.

**Technische Wärmelehre (Thermodynamik)** von K. Walther und M. Röttinger, Diplom-Ingenieuren. Mit 54 Figuren. Nr. 242.

**Die Dampfmaschine.** Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium u. d. prakt. Gebrauch v. Friedr. Barth, Obering., Nürnberg. Mit 48 Fig. Nr. 8.

**Die Dampfkessel.** Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium u. den prakt. Gebrauch v. Friedr. Barth, Obering., Nürnberg. Mit 67 Fig. Nr. 9.

**Die Gaskraftmaschinen.** Kurzgefaßte Darstellung der wichtigsten Gasmaschinen-Bauarten v. Ingenieur Alfred Kirschke in Halle a. S. Mit 55 Figuren. Nr. 316.

**Die Dampfturbinen,** ihre Wirkungsweise und Konstruktion von Ing. Hermann Wilda, Professor am staatl. Technikum in Bremen. Mit 104 Abb. Nr. 274.

**Die zweckmäßigste Betriebskraft** von Friedrich Barth, Oberingenieur in Nürnberg. I: Einleitung. Dampfkraftanlagen. Verschiedene Kraftmaschinen. Mit 27 Abbildungen. Nr. 224.

— II: Gas-, Wasser- und Wind-Kraftanlagen. Mit 31 Abbildungen. Nr. 225.

— III: Elektromotoren. Betriebskostentabellen. Graphische Darstellungen. Wahl der Betriebskraft. Mit 27 Abbildungen. Nr. 474.

**Die Hebezeuge,** ihre Konstruktion und Berechnung von Ingenieur Hermann Wilda, Prof. am staatl. Technikum in Bremen. Mit 399 Abbildungen. Nr. 414.

**Pumpen, hydraulische und pneumatische Anlagen.** Ein kurzer Überblick von Regierungsbaumeister Rudolf Vogdt, Oberlehrer an der Königl. höheren Maschinenbauschule in Posen. Mit 59 Abbildungen. Nr. 290.

**Die landwirtschaftlichen Maschinen** von Karl Walther, Diplom-Ingenieur in Mannheim. 3 Bändchen. Mit vielen Abbildungen. Nr. 407—409.

**Nautik.** Kurzer Abriß des täglich an Bord von Handelsschiffen angewandten Teils der Schiffahrtskunde. Von Dr. Franz Schulze, Direktor der Navigationsschule zu Lübeck. Mit 56 Abbildungen. Nr. 84.

☛ Weitere Bände sind in Vorbereitung.

# Bibliothek zu den Rechts- u. Staatswissenschaften.

**Allgemeine Rechtslehre** von Dr. Th. Sternberg, Privatdozent an der Univers. Lausanne. I: Die Methode. Nr. 169.

— II: Das System. Nr. 170.

**Recht des Bürgerlichen Gesetzbuches.** Erstes Buch: Allgemeiner Teil. I: Einleitung — Lehre von den Personen und von den Sachen von Dr. Paul Oertmann, Professor an der Universität Erlangen. Nr. 447.

— II: Erwerb und Verlust, Geltendmachung und Schutz der Rechte von Dr. Paul Oertmann, Professor an der Universität Erlangen Nr. 448.

— Zweites Buch: Schuldrecht. I. Abteilung: Allgemeine Lehren von Dr. Paul Oertmann, Professor an der Universität Erlangen. Nr. 323.

— II. Abteilung: Die einzelnen Schuldverhältnisse von Dr. Paul Oertmann, Professor an der Universität Erlangen. Nr. 324.

— Viertes Buch: Familienrecht von Dr. Heinrich Titze, Professor an der Univ. Göttingen. Nr. 305.

**Deutsches Zivilprozeßrecht** von Professor Dr. Wilhelm Kisch in Straßburg i. E. 3 Bände. Nr. 428—430.

**Deutsches Handelsrecht** von Prof. Dr. Karl Lehmann in Rostock. 2 Bändchen. Nr. 457, 458.

**Das deutsche Seerecht** von Dr. Otto Brandis, Oberlandesgerichtsrat in Hamburg. 2 Bände. Nr. 386, 387.

**Postrecht** von Dr. Alfred Wolcke, Postinspektor in Bonn. Nr. 425.

**Allgemeine Staatslehre** von Dr. Hermann Rehm, Prof. an der Universität Straßburg i. E. Nr. 358.

**Allgemeines Staatsrecht** von Dr. Julius Hatschek, Prof. der Rechte an der Kgl. Akademie in Posen. 3 Bändchen. Nr. 415—417.

**Preußisches Staatsrecht** von Dr. Fritz Stier-Somlo, Prof. an der Univers. Bonn. 2 Teile. Nr. 298, 299.

**Kirchenrecht** von Dr. Emil Sehling, ord. Prof. der Rechte in Erlangen. Nr. 377.

Das deutsche Urheberrecht an literarischen, künstlerischen und gewerblichen Schöpfungen, mit besonderer Berücksichtigung der internationalen Verträge von Dr. Gustav Rauter, Patentanwalt in Charlottenburg. Nr. 263.

Der internationale gewerbliche Rechtsschutz von J. Neuberg, Kaiserl. Regierungsrat, Mitglied des Kaiserl. Patentamts zu Berlin. Nr. 271.

Das Urheberrecht an Werken der Literatur und der Tonkunst, das Verlagsrecht und das Urheberrecht an Werken der bildenden Künste und der Photographie von Staatsanwalt Dr. J. Schlittgen in Chemnitz. Nr. 361.

Das Warenzeichenrecht. Nach dem Gesetz zum Schutz der Warenbezeichnungen vom 12. Mai 1894 von J. Neuberg, Kaiserl. Regierungsrat, Mitglied des Kaiserl. Patentamtes zu Berlin. Nr. 360.

Der unlautere Wettbewerb von Rechtsanwalt Dr. Martin Wassermann in Hamburg. Nr. 339.

Deutsches Kolonialrecht von Dr. H. Edler v. Hoffmann, Professor an der Kgl. Akademie Posen. Nr. 318.

Militärstrafrecht von Dr. Max Ernst Mayer, Prof. an der Universität Straßburg i. E. 2 Bände. Nr. 371, 372.

Deutsche Wehrverfassung von Kriegsgerichtsrat Carl Endres i. Würzburg. Nr. 401.

Forensische Psychiatrie von Prof. Dr. W. Weygandt, Direktor der Irrenanstalt Friedrichsberg in Hamburg. 2 Bändchen. Nr. 410 u. 411.

☛ Weitere Bände sind in Vorbereitung.

---

# Volkswirtschaftliche Bibliothek.

Volkswirtschaftslehre von Dr. Carl Johs. Fuchs, Professor an der Universität Tübingen. Nr. 133.

Volkswirtschaftspolitik von Präsident Dr. R. van der Borght in Berlin. Nr. 177.

Gewerbewesen von Dr. Werner Sombart, Professor an der Handelshochschule Berlin. 2 Bände. Nr. 203, 204.

Das Genossenschaftswesen in Deutschland. Von Dr. Otto Lindecke, Sekretär des Hauptverbandes deutscher gewerblicher Genossenschaften. Nr. 384.

Das Handelswesen von Dr. Wilh. Lexis, Professor an der Universität Göttingen. I: Das Handelspersonal und der Warenhandel. Nr. 296.

— II. Die Effektenbörse und die innere Handelspolitik. Nr. 297.

Auswärtige Handelspolitik von Dr. Heinrich Sieveking, Professor an der Universität Zürich. Nr. 245.

Das Versicherungswesen von Dr. jur. Paul Moldenhauer, Dozent der Versicherungswissenschaft an der Handelshochschule Köln. Nr. 262.

Die gewerbliche Arbeiterfrage von Dr. Werner Sombart, Professor an der Handelshochschule Berlin. Nr. 209.

Die Arbeiterversicherung von Professor Dr. Alfred Manes in Berlin. Nr. 267.

Finanzwissenschaft von Präsident Dr. R. van der Borght in Berlin. I. Allgemeiner Teil. Nr. 148.

— II. Besonderer Teil (Steuerlehre). Nr. 391.

Die Steuersysteme des Auslandes von Geh. Oberfinanzrat O. Schwarz in Berlin. Nr. 426.

Die Entwicklung der Reichsfinanzen von Präsident Dr. R. van der Borght in Berlin. Nr. 427.

Die Finanzsysteme der Großmächte. (Internat. Staats- u. Gemeinde-Finanzwesen.) Von O. Schwarz, Geh. Oberfinanzrat, Berlin. 2 Bdch. Nr. 450, 451.
Soziologie von Prof. Dr. Thomas Achelis in Bremen. Nr. 101.
Die Entwicklung der sozialen Frage von Prof. Dr. Ferd. Tönnies in Eutin. Nr. 353.
Armenwesen und Armenfürsorge. Einführung in die soziale Hilfsarbeit von Dr. Adolf Weber, Professor an der Handelshochschule in Köln. Nr. 346.

☛ Weitere Bände sind in Vorbereitung.

## Theologische und religionswissenschaftliche Bibliothek.

Die Entstehung des Alten Testaments von Lic. Dr. W. Staerk, Professor an der Universität in Jena. Nr. 272.
Alttestamentliche Religionsgeschichte von D. Dr. Max Löhr, Professor an der Universität Breslau. Nr. 292.
Geschichte Israels bis auf die griechische Zeit von Lic. Dr. J. Benzinger. Nr. 231.
Landes- u. Volkskunde Palästinas von Lic. Dr. Gustav Hölscher in Halle. Mit 8 Vollbildern und 1 Karte. Nr. 345.
Die Entstehung d. Neuen Testaments v. Prf. Lic. Dr. Carl Clemen in Bonn. Nr. 285.
Die Entwicklung der christlichen Religion innerhalb des Neuen Testaments von Prof. Lic. Dr. Carl Clemen in Bonn. Nr. 388.
Neutestamentliche Zeitgeschichte von Lic. Dr. W. Staerk, Professor an der Universität in Jena. I: Der historische u. kulturgeschichtliche Hintergrund des Urchristentums. Nr. 325.
— II: Die Religion des Judentums im Zeitalter des Hellenismus und der Römerherrschaft. Nr. 326.
Die Entstehung des Talmuds von Dr. S. Funk in Boskowitz. Nr. 479.
Abriß der vergleichenden Religionswissenschaft von Prof. Dr. Th. Achelis in Bremen. Nr. 208.
Die Religionen der Naturvölker im Umriß von Dr. Th. Achelis, weiland Professor in Bremen. Nr. 449.
Indische Religionsgeschichte von Prof. Dr. Edmund Hardy. Nr. 83.
Buddha von Professor Dr. Edmund Hardy. Nr. 174.
Griechische und römische Mythologie von Dr. Hermann Steuding, Rektor des Gymnasiums in Schneeberg. Nr. 27.
Germanische Mythologie von Dr. E. Mogk, Prof. an der Univ. Leipzig. Nr. 15.
Die deutsche Heldensage von Dr. Otto Luitpold Jiriczek, Professor an der Universität Münster. Nr. 32.

☛ Weitere Bände sind in Vorbereitung.

## Pädagogische Bibliothek.

Pädagogik im Grundriß von Professor Dr. W. Rein, Direktor des Pädagogischen Seminars an der Universität in Jena. Nr. 12.
Geschichte der Pädagogik von Oberlehrer Dr. H. Weimer in Wiesbaden. Nr. 145.
Schulpraxis. Methodik der Volksschule von Dr. R. Seyfert, Seminardirektor in Zschopau. Nr. 50.
Zeichenschule von Professor K. Kimmich in Ulm. Mit 18 Tafeln in Ton-, Farben- u. Golddruck u. 200 Voll- u. Textbildern. Nr. 39.

**Bewegungsspiele** von Dr. E. Kohlrausch, Prof. am Kgl. Kaiser Wilhelms-Gymnasium zu Hannover. Mit 14 Abbildungen. Nr. 96.

**Das öffentliche Unterrichtswesen Deutschlands in der Gegenwart** von Dr. Paul Stötzner, Gymnasialoberlehrer in Zwickau. Nr. 130.

**Geschichte des deutschen Unterrichtswesens** von Professor Dr. Friedrich Seiler, Direktor des Königlichen Gymnasiums zu Luckau. I: Von Anfang an bis zum Ende des 18. Jahrhunderts. Nr. 275.

— II: Vom Beginn des 19. Jahrhunderts bis auf die Gegenwart. Nr. 276.

**Das deutsche Fortbildungsschulwesen** nach seiner geschichtlichen Entwicklung und in seiner gegenwärtigen Gestalt von H. Sierck, Direktor der städt. Fortbildungsschulen in Heide i. Holstein. Nr. 392.

**Die deutsche Schule im Auslande** von Hans Amrhein, Direktor der deutschen Schule in Lüttich. Nr. 259.

☛ Weitere Bände sind in Vorbereitung.

---

# Bibliothek zur Kunst.

**Stilkunde** von Prof. Karl Otto Hartmann in Stuttgart. Mit 7 Vollbildern und 195 Textillustrationen. Nr. 80.

**Die Baukunst des Abendlandes** von Dr. K. Schäfer, Assistent am Gewerbemuseum in Bremen. Mit 22 Abbildungen. Nr. 74.

**Die Plastik des Abendlandes** von Dr. Hans Stegmann, Direktor des Bayr. Nationalmuseums in München. Mit 23 Tafeln. Nr. 116.

**Die Plastik seit Beginn des 19. Jahrhunderts** von A. Heilmeyer in München. Mit 41 Vollbildern auf amerikanischem Kunstdruckpapier. Nr. 321.

**Die graphischen Künste** v. Carl Kampmann, k. k. Lehrer an der k. k. Graphischen Lehr- u. Versuchsanstalt in Wien. Mit zahlreichen Abbild. u. Beilagen. Nr. 75.

**Die Photographie** von H. Keßler, Prof. an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien. Mit 4 Tafeln und 52 Abbildungen. Nr. 94.

☛ Weitere Bände sind in Vorbereitung.

---

# Bibliothek zur Musik.

**Allgemeine Musiklehre** von Stephan Krehl in Leipzig. Nr. 220.

**Musikalische Akustik** von Dr. Karl L. Schäfer, Dozent an der Universität Berlin. Mit 35 Abbildungen. Nr. 21.

**Harmonielehre** von A. Halm. Mit vielen Notenbeilagen. Nr. 120.

**Musikalische Formenlehre (Kompositionslehre)** von Stephan Krehl. I. II. Mit vielen Notenbeispielen. Nr. 149, 150.

**Kontrapunkt.** Die Lehre von der selbständigen Stimmführung von Stephan Krehl in Leipzig. Nr. 390.

**Fuge.** Erläuterung und Anleitung zur Komposition derselben von Stephan Krehl in Leipzig. Nr. 418.

**Instrumentenlehre** von Musikdirektor Franz Mayerhoff in Chemnitz. I: Text. II: Notenbeispiele. Nr. 437, 438.

**Musikästhetik** von Dr. K. Grunsky in Stuttgart. Nr. 344.

**Geschichte der alten und mittelalterlichen Musik** von Dr. A. Möhler. Mit zahlreichen Abbildungen und Musikbeilagen. I. II. Nr. 121, 347.

Musikgeschichte des 17. u. 18. Jahrhunderts v. Dr. K. Grunsky i. Stuttgart. Nr. 239.
— des 19. Jahrhunderts von Dr. K. Grunsky in Stuttgart. I. II. Nr. 164, 165.

☞ Weitere Bände sind in Vorbereitung.

## Bibliothek zur Land- und Forstwirtschaft.

Bodenkunde von Dr. P. Vageler in Königsberg i. Pr. Nr. 455.
Ackerbau- und Pflanzenbaulehre von Dr. Paul Rippert in Berlin und Ernst Langenbeck in Bochum. Nr. 232.
Landwirtschaftliche Betriebslehre von Ernst Langenbeck in Bochum. Nr. 227.
Allgemeine und spezielle Tierzuchtlehre von Dr. Paul Rippert in Berlin. Nr. 228.
Agrikulturchemie I: Pflanzenernährung von Dr. Karl Grauer. Nr. 329.
Das agrikulturchemische Kontrollwesen v. Dr. Paul Krische in Göttingen. Nr. 304.
Fischerei und Fischzucht von Dr. Karl Eckstein, Prof. an der Forstakademie Eberswalde, Abteilungsdirigent bei der Hauptstation des forstlichen Versuchswesens. Nr. 159.
Forstwissenschaft von Dr. Ad. Schwappach, Prof. an der Forstakadem. Eberswalde, Abteilungsdirigent bei der Hauptstation d. forstlichen Versuchswesens. Nr. 106.
Die Nadelhölzer von Prof. Dr. F. W. Neger in Tharandt. Mit 85 Abbildungen, 5 Tabellen und 3 Karten. Nr. 355.

☞ Weitere Bände sind in Vorbereitung.

## Handelswissenschaftliche Bibliothek.

Buchführung in einfachen und doppelten Posten von Prof. Robert Stern, Oberlehrer der Öffentlichen Handelslehranstalt und Dozent der Handelshochschule zu Leipzig. Mit Formularen. Nr. 115.
Deutsche Handelskorrespondenz von Prof. Th. de Beaux, Officier de l'Instruction Publique, Oberlehrer a. D. an der Öffentlichen Handelslehranstalt und Lektor an der Handelshochschule zu Leipzig. Nr. 182.
Französische Handelskorrespondenz von Professor Th. de Beaux, Officier de l'Instruction Publique, Oberlehrer a. D. an der Öffentlichen Handelslehranstalt und Lektor an der Handelshochschule zu Leipzig. Nr. 183.
Englische Handelskorrespondenz von E. E. Whitfield, M.-A., Oberlehrer am King Edward VII Grammar School in Kings Lynn. Nr. 237.
Italienische Handelskorrespondenz von Professor Alberto de Beaux, Oberlehrer am Königlichen Institut SS. Annunziata zu Florenz. Nr. 219.
Spanische Handelskorrespondenz v. Dr. Alfredo Nadal de Mariezcurrena. Nr. 295.
Russische Handelskorrespondenz von Dr. Th. v. Kawraysky in Leipzig. Nr. 315.
Kaufmännisches Rechnen von Prof. Richard Just, Oberlehrer an d. Öffentlichen Handelslehranstalt der Dresdener Kaufmannschaft. 3 Bde. Nr. 139, 140, 187.
Warenkunde von Dr. Karl Hassack, Professor an der Wiener Handelsakademie. I: Unorganische Waren. Mit 40 Abbildungen. Nr. 222.
— II: Organische Waren. Mit 36 Abbildungen. Nr. 223.
Drogenkunde von Rich. Dorstewitz in Leipzig und Georg Ottersbach in Hamburg. Nr. 413.

**Maß-, Münz- und Gewichtswesen** von Dr. Aug. Blind, Professor an der Handelsschule in Köln. Nr. 283.

**Das Wechselwesen** von Rechtsanwalt Dr. Rudolf Mothes in Leipzig. Nr. 103.

☞ Weitere Bände sind in Vorbereitung. Siehe auch „Volkswirtschaftliche Bibliothek“. Ein ausführliches Verzeichnis der außerdem im Verlage der G. J. Göschen'schen Verlagshandlung erschienenen handelswissenschaftlichen Werke kann durch jede Buchhandlung kostenfrei bezogen werden.

---

# Militär- und marinewissenschaftliche Bibliothek.

**Das moderne Feldgeschütz.** I: Die Entwicklung des Feldgeschützes seit Einführung des gezogenen Infanteriegewehrs bis einschließlich der Erfindung des rauchlosen Pulvers, etwa 1850—1890, v. Oberstleutnant W. Heydenreich, Militärlehrer an der Militärtechn. Akademie in Berlin. Mit 1 Abbild. Nr. 306.

— II: Die Entwicklung des heutigen Feldgeschützes auf Grund der Erfindung des rauchlosen Pulvers, etwa 1890 bis zur Gegenwart, von Oberstleutnant W. Heydenreich, Militärlehrer an der Militärtechn. Akademie in Berlin. Mit 11 Abbildungen. Nr. 307.

**Die modernen Geschütze der Fußartillerie.** I: Vom Auftreten der gezogenen Geschütze bis zur Verwendung des rauchschwachen Pulvers 1850—1890 von Mummenhoff, Major beim Stabe des Fußartillerie-Regiments, Generalfeldzeugmeister (Brandenburgisches Nr. 3). Mit 50 Textbildern. Nr. 334.

— II: Die Entwicklung der heutigen Geschütze der Fußartillerie seit Einführung des rauchschwachen Pulvers 1890 bis zur Gegenwart. Mit 33 Textbildern. Nr. 362.

**Die Entwicklung der Handfeuerwaffen** seit der Mitte des 19. Jahrhunderts und ihr heutiger Stand von G. Wrzodek, Oberleutnant im Inf.-Regt. Freiherr Hiller von Gärtringen (4. Posensches) Nr. 59 und Assistent der Königl. Gewehrprüfungskommission. Mit 21 Abbildungen. Nr. 366.

**Die Entwicklung des Kriegsschiffbaues** vom Altertum bis zur Neuzeit. I. Teil: Das Zeitalter der Ruderschiffe und der Segelschiffe für die Kriegsführung zur See vom Altertum bis 1840. Von Tjard Schwarz, Geh. Marinebaurat u. Schiffbau-Direktor. Mit 32 Abbildungen. Nr. 471.

**Militärstrafrecht** von Dr. Max Ernst Mayer, Prof. an der Universität Straßburg i. E. 2 Bände. Nr. 371, 372.

**Deutsche Wehrverfassung** von Karl Endres, Kriegsgerichtsrat bei dem Generalkommando des Kgl. bayr. II. Armeekorps in Würzburg. Nr. 401.

**Die Seemacht in der deutschen Geschichte** von Wirkl. Admiralitätsrat Dr. Ernst von Halle, Prof. an der Universität Berlin. Nr. 370.

---

## Hygiene, Medizin und Pharmazie.

**Ernährung und Nahrungsmittel** von Oberstabsarzt Prof. Dr. Bischoff in Berlin. Mit 4 Figuren. Nr. 464.

**Bewegungsspiele** von Dr. E. Kohlrausch, Prof. am Kgl. Kaiser Wilhelms-Gymnasium zu Hannover. Mit 15 Abbildungen. Nr. 96.

**Der menschliche Körper, sein Bau und seine Tätigkeiten,** von E. Rebmann, Oberschulrat in Karlsruhe. Mit Gesundheitslehre von Dr. med. H. Seiler. Mit 47 Abbildungen und 1 Tafel. Nr. 18.

**Die Infektionskrankheiten und ihre Verhütung** von Stabsarzt Dr. W. Hoffmann in Berlin. Mit 12 vom Verfasser gezeichneten Abbildungen und einer Fiebertafel. Nr. 327.

**Tropenhygiene** von Med.-Rat Prof. Dr. Nocht, Direktor des Institutes für Schiffs- u. Tropenkrankheiten in Hamburg. Nr. 369.

**Die Hygiene des Städtebaus** von H. Chr. Nußbaum, Prof. an der Techn. Hochschule in Hannover. Mit 30 Abbildungen. Nr. 348.

**Die Hygiene des Wohnungswesens** von H. Chr. Nußbaum, Prof. an der Techn. Hochschule in Hannover. Mit 20 Abbildungen. Nr. 363.

**Gewerbehygiene** von Geh. Medizinalrat Dr. Roth in Potsdam. Nr. 350.

**Pharmakognosie.** Von Apotheker F. Schmitthenner, Assistent am Botan. Institut der Technischen Hochschule Karlsruhe. Nr. 251.

**Drogenkunde** von Rich. Dorstewitz in Leipzig u. Georg Ottersbach in Hamburg. Nr. 413.

## Photographie.

**Die Photographie.** Von H. Keßler, Prof. an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien. Mit 4 Taf. und 52 Abbild. Nr. 94.

## Stenographie.

**Stenographie** nach dem System von F. X. Gabelsberger von Dr. Albert Schramm, Landesamtsassessor in Dresden. Nr. 246.

**Die Redeschrift des Gabelsbergerschen Systems** von Dr. Albert Schramm, Landesamtsassessor in Dresden. Nr. 368.

**Lehrbuch der Vereinfachten Deutschen Stenographie** (Einig.-System Stolze-Schrey) nebst Schlüssel, Lesestücken und einem Anhang von Dr. Amsel, Studienrat des Kadettenkorps in Bensberg. Nr. 86.

☞ Weitere Bände dieser einzelnen Abteilungen sind in Vorbereitung.

---


GJG